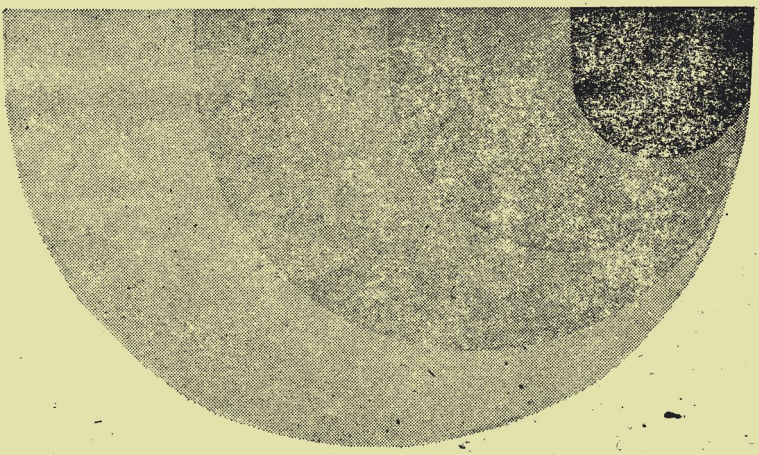
LUCIAN CIPERE
LAVINIA CIPERE
RADU PANAIT

IOAN PAPINIU
STELIAN PĂTRUȚESCU
AUREL PĂUN

VIRGIL TEODORESCU

Lucrări practice

DE DEPANARE A RADIORECEPTOARELOR



EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ, BUCUREȘTI – 1985

INTRODUCERE

Lucrarea de față este concepută ca un îndreptar în activitatea practică de depanare a radioreceptoarelor și se adresează cu precădere elevilor din ultimele clase ale liceelor cu profil electrotehnic (meseria *electronist radio și TV*).

De asemenea, ea este utilă depanatorilor, muncitorilor și tehnicienilor din industria de profil, precum și electroniștilor amatori.

Prin datele de ultimă oră pe care le cuprinde, cartea este un instrument de lucru nu numai pentru lucrările de laborator, ci și pentru completarea unor cunoștințe generale în spiritul celor expuse de tovarășul Nicolae Ceaușescu la Congresul al XIII-lea al P.C.R.: „Ridicarea nivelului pregătirii profesionale și tehnice pe baza celor mai noi cuceriri ale științei constituie factorul determinant al dezvoltării economico-sociale, al făuririi cu succes a societății socialiste multilateral dezvoltate și trecerii la edificarea comunismului în România".

Materialul este structurat pe întrebări și răspunsuri, prezentîndu-se la finele capitolelor probleme de depanare rezolvate. De asemenea, fiecare capitol cuprinde o parte teoretică strict necesară înțelegerii problemelor tratate.

După o prezentare generală a unor probleme de bază referitoare la radioreceptoare, sînt tratate sintetic aspecte legate de aparatele de măsurat utilizate curent în depanare, precum și măsuri de protecție a muncii (capitolele 1—4).

Capitolul 5 se referă la metodica generală de depanare, iar în continuare, în capitolele 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, sînt tratate succesiv pentru toate blocurile funcționale ale unui radioreceptor, probleme teoretice, lucrări practice pentru depistarea cauzelor defecțiunilor pe baza simptomului și, în finalul fiecărui capitol, așa cum am menționat, probleme de depanare rezolvate.

Avînd în vedere complexitatea radioreceptoarelor și a sistemelor de redare a sunetului actuale, s-a introdus capitolul 14 care tratează combinele audio cu particularizări pentru produsele românești (combina *CMS — 1 — 205*, prezentată în planșa 2, și radiocasetofonul stereo a cărui schemă electrică este reprodusă în detaliu în planșa 3).

Ultima parte (capitolul 15) prezintă tendințele și direcțiile de dezvoltare în domeniul radioreceptoarelor și complexelor audio, menționîndu-se unele din realizările cele mai noi.

În lucrare se tratează exclusiv radioreceptoare și combine echipate cu circuite realizate cu dispozitive semiconductoare, discrete sau integrate.

Avînd în vedere caracterul și destinația acestei lucrări, realizată pentru completarea materialului didactic pus la dispoziția învățămîntului liceal, autorii vor fi recunoscători celor care vor veni cu sugestii și propuneri de îmbunătățire.

Capitolul 1

RECEPTORUL DE RADIODIFUZIUNE - OBIECT AL DEPANĂRII

Receptorul radio asigură prelucrarea semnalului captat de la antenă, astfel încît, la sfîrşitul lanţului, traductorul electroacustic reface informaţia sonoră originală.

Pentru realizarea comunicaţiei, informaţia sonoră originală este transformată, prin intermediul unor traductoare electroacustice, în semnale electrice, care vor fi prelucrate în vederea emisiei.

Atît la recepţie cît şi la emisie, prelucrările suferite de semnal sînt asemănătoare : amplificare, schimbare de frecvenţă, modulare, demodulare, limitare etc.

Avantajul folosirii undelor electromagnetice la transmiterea informaţiei sînt în principal următoarele :

— propagare cu atenuare redusă ;
— posibilitatea amplificării semnalelor ;
— transmisia pe mai multe canale, simultan, a mai multor programe.

Semnalul electric purtător al informaţiei este o funcţie armonică în timp ; frecvenţa alocată acestui semnal defineşte canalul ce-l ocupă, iar unul dintre parametrii săi variază proporţional cu informaţia utilă.

Reprezentarea matematică a unui semnal care se aplică la intrarea receptorului este de forma :

$$f(t) = A \cos[\omega t + \varphi(t)], \tag{1.1}$$

unde fie amplitudinea A, fie argumentul cosinusului sînt dependente de semnalul modulator.

Oscilaţiile modulate în amplitudine se caracterizează prin aceea că amplitudinea A variază proporţional cu semnalul modulator.

Deoarece această variaţie are loc în jurul unei valori medii A_0, semnalul modulat în amplitudine are expresia :

$$f(t) = A_0 [1 + g(t)] \cos(\omega_p t + \varphi_p), \tag{1.2}$$

în care :

ω_p este pulsaţia purtătoarei ;
φ_p — defazajul purtătoarei faţă de originea timpului aleasă ;
A_0 — valoarea medie ;
$g(t)$ — informaţia utilă.

Informația $g(t)$ se poate pune sub forma :

$$g(t) = m \cos(\omega_m t + \varphi), \tag{1.3}$$

unde :

m este indice de modulație ;

ω_m — frecvența semnalului modulator.

Se poate demonstra, prin dezvoltare în serie Fourier, că spectrul ocupat de un astfel de semnal este între $\omega_s - \omega_m$ și $\omega_s + \omega_m$. Deci, în cazul unei transmisii *MA* cu frecvența modulatoare maximă de 4,5 kHz, spectrul unui canal de transmisie se întinde pe 9 kHz.

Pentru a nu apărea distorsiuni la demodulare, în modulația *MA* se lucrează cu un $m_{max} = 0{,}8 \ldots 0{,}9$.

Oscilațiile modulate în frecvență se caracterizează prin variația pulsației radiate ω_s în funcție de semnalul modulator. Oscilația radiată se poate exprima prin următoarea expresie :

$$f(t) = A_0 \cos\left[\omega_s t + \int_0^t g(t)\,dt + \varphi_s\right], \tag{1.4}$$

sau sub formă de serie Fourier :

$$f(t) = A_0 \cos[\omega_s t + \sum_{k=1} \beta_k \sin \omega_{mk} t + \varphi_s], \tag{1.5}$$

unde $\beta_k = \dfrac{s\omega_k}{\omega_{mk}}$ este indicele de modulație.

Prin dezvoltare în serie se poate arăta că spectrul ocupat de oscilație este infinit, dar este suficientă transmiterea numai a unei părți a acestui spectru, pentru a asigura o transmisie cu distorsiuni convenabil de mici.

Valorile uzuale ale deviației maxime de frecvență pentru radiodifuziune fiind de 50 sau 75 kHz, rezultă că indicele de modulație corespunzător frecvenței maxime de modulație utilizate (15 kHz) are valori de 3,3—5 ; pentru frecvențe de modulație mai mici, această valoare poate fi cu mult depășită.

Practic, mărimea benzii unui canal *MF* este de circa 300 kHz, fiind suficientă și pentru transmiterea semnalului stereo cu frecvență pilot (*OIRT*).

A. SCHEME BLOC ALE RADIORECEPTOARELOR

Cel mai simplu mod de a recepționa o emisie *MA* este folosirea unui receptor cu amplificare directă, a cărui schemă bloc este dată în figura 1.1.

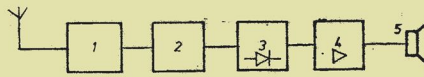


Fig. 1.1. Schema bloc a unui radioreceptor cu amplificare directă :
1 — etaj de intrare ; *2* — amplificator de înaltă frecvență (*AIF*) ; *3* — etaj de detecție ; *4* — amplificator de joasă frecvență (*AJF*) ; *5* — traductor electroacustic.

Avantajul acestui receptor constă în simplitatea schemei și în lipsa reglajelor. O variantă „didactică" a acestui montaj este receptorul cu

galenă din figura 1.2, în care ansamblul C_V, L constituie etajul de intrare, dioda D și grupul C, R — blocul de detecție și traductorul—casca. Lipsesc amplificatorul de înaltă frecvență și cel de joasă frecvență. Receptorul funcționează cu energia semnalului recepționat.

Adăugînd blocurile *2* și *4* din figura 1.1 crește puterea furnizată la ieșire și sensibilitatea aparatului. Cu toate acestea, performanțele sînt slabe și determinate în mare măsură de calitatea circuitului de intrare; cum nu se poate obține un factor de calitate Q suficient de ridicat pentru a asigura o selectivitate crescută cu astfel de scheme, se pot recepționa numai posturile locale.

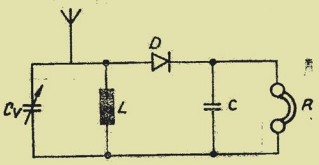


Fig. 1.2. Radioreceptorul cu galenă.

Pentru îmbunătățirea selectivității, după blocul *2* (amplificator de radiofrecvență) se introduce un circuit acordat. În acest caz, apare problema stabilității etajului, problemă ce impune scăderea amplificării etajului. Încercarea deci, în cazul unei depanări, a creșterii sensibilității receptorului este contraindicată.

Pentru rezolvarea acestor probleme, schema folosită în prezent, uzual, în receptoare este cea de *tip superheterodină*.

Principiul funcționării receptorului superheterodină are la bază introducerea în lanțul de transmisie a unui schimbător de frecvență care asigură interferarea semnalului recepționat cu cel generat în receptor, obținîndu-se astfel un semnal de frecvență constantă, denumit *semnal de frecvență intermediară* f_i:

$$f_i = f_0 - f_s, \tag{1.6}$$

în care:

f_0 este frecvența oscilatorului local;

f_s — frecvența semnalului util.

Pentru a se menține constantă valoarea frecvenței intermediare, este necesar ca frecvența semnalului generat local să varieze o dată cu frecvența semnalului util (recepționat).

Astfel, se poate realiza, independent de frecvența semnalului recepționat, o amplificare controlată și mai ales o caracteristică de selectivitate constantă. Totodată, realizarea circuitelor selective este mult ușurată prin introducerea amplificării pe o singură frecvență.

Schema bloc a unui radioreceptor superheterodină pentru semnale modulate în amplitudine este prezentată în figura 1.3.

Selecția canalului util este efectuată de circuitele de înaltă frecvență, care cuprind circuitele de radiofrecvență și amplificatorul de frecvență intermediară; astfel, circuitele de radiofrecvență atenuează canalele mai depărtate de canalul util și în special semnalele care pot fi amplificate

direct de amplificatorul de frecvență intermediară : frecvența intermediară sau frecvența imagine :

$$f_{imag} = f_s \pm 2Kf_i \ (K = 1, 2 \ldots). \tag{1.7}$$

În majoritatea receptoarelor, atenuarea se realizează cu un singur circuit selectiv sau, eventual, cu două circuite selective cuplate. Pentru

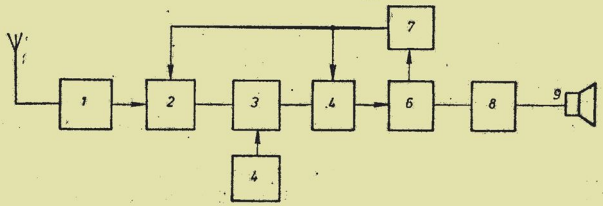


Fig. 1.3. Schema bloc a radioreceptorului superheterodină pentru semnale *MA* : *1* — etaj de intrare; *2* — *AIF*; *3* — schimbător de frecvență (*SF*); *4* — oscilator local (*OL*); *5* — amplificator de frecvență intermediară (*AFI*); *6* — demodulator *MA*; *7* — reglaj automat al amplificării (*RAA*); *8* — *AJF*; *9* — traductor electroacustic.

atenuări mai mari și pentru asigurarea unui raport *semnal/zgomot* mai bun, se introduce un amplificator de radiofrecvență. Semnalul de radiofrecvență astfel selectat și amplificat este aplicat schimbătorului de frecvență *3*.

Schimbătorului de frecvență i se aplică și semnalul generat de oscilatorul local *4*, astfel încît din diferența celor două semnale rezultă frecvența intermediară. În unele receptoare, oscilatorul local și etajul mixer sînt cumulate în același etaj, denumit *mixer - autooscilant*.

Pentru obținerea frecvenței intermediare constante la ieșirea schimbătorului de frecvență, trebuie ca frecvența de lucru a oscilatorului local să se schimbe o dată cu schimbarea acordului în circuitul de intrare, unde se selectează semnalul util.

Tensiunea de frecvență intermediară este aplicată amplificatorului de frecvență intermediară 5, care are funcția de a introduce atenuări minime pentru semnalul util și de a nu permite trecerea unor semnale din afara acestui spectru, asigurînd deci atenuarea canalelor adiacente. Semnalul astfel amplificat se aplică etajului detector 6, care are rolul de a extrage informația utilă (semnalul modulator audio) din semnalul de frecvență intermediară (purtătoare modulată). În figura 1.4 se prezintă forma semnalului în diferite puncte ale radioreceptorului.

După detecție, semnalul audio este amplificat de partea de joasă frecvență, pentru a asigura o putere corespunzătoare traductorului electroacustic (cască, difuzor).

Acest bloc trebuie să aibă un raport *semnal/zgomot* superior celui rezultat la ieșirea detectorului, pentru a nu altera performanțele etajelor de înaltă frecvență.

Totodată, acest bloc poate realiza diferite curbe de corecție, necesare prelucrării semnalului cu ajutorul unor circuite de corecție a timbrului

pentru frecvențe joase audio, frecvențe înalte audio, registru de voci, jazz etc.

Traductorul electroacustic *9* poate fi o cască, un difuzor sau un ansamblu de difuzoare cu filtre pentru realizarea unei presiuni acustice crescute și a unei mai mari liniarități pentru întreg spectrul de audiofrecvență.

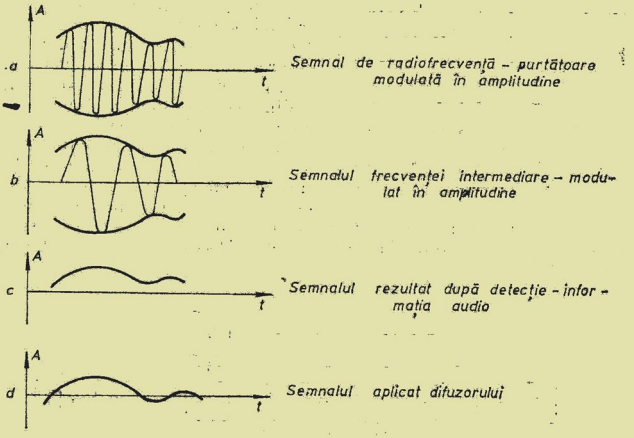


Fig. 1.4. Forme de semnal la *rr* superheterodină *MA* :
a — semnal de *RF*; *b* — semnal de *FI—MA*; *c* — semnal rezultat după demodulare (informația audio); *d* —semnal aplicat difuzorului.

În afara căii directe a semnalului se aplică și un semnal invers, *semnalul de reglaj automat al amplificării*, ce se extrage din etajul detector și care, prelucrat (filtrat, amplificat etc.), comandă etajele amplificatorului de frecvență intermediară și amplificatorul de înaltă frecvență, astfel încît atît posturile slabe cît și posturile puternice să fie recepționate la aproximativ același nivel sonor.

În cazul folosirii unor etaje oscilator local-mixer separate, semnalul de reglaj automat al amplificării poate acționa și asupra etajului mixer; în caz contrar, acest fapt nu este posibil, deoarece la un mixer autooscilant schimbarea punctului de funcționare, în vederea modificării amplificării acestui etaj, va conduce la schimbarea funcționării etajului ca oscilator și deci la schimbarea frecvenței generate local.

În schemele mai pretențioase se introduce și reglajul automat al frecvenței oscilatorului local. Acesta se poate efectua cu o schemă bloc ca cea din figura 1.5.

Semnalul de la ieșirea amplificatorului de frecvență intermediară *2* acționează printr-un discriminator de fază *4* asupra unui element de reglaj *5*

al frecvenței oscilatorului local *6*, compensîndu-se astfel „fuga" oscilatorului local. În același timp, cu ajutorul acestui dispozitiv, se micșorează distorsiunile datorate acordului inexact.

Schema bloc a unui receptor *MF* este dată în figura 1.6, remarcîndu-se că față de receptorul *MA*, receptorul *MF* are în locul detectorului *MA* un discriminator de frecvență (demodulator *MF*), care extrage semnalul audio modulator din semnalul de frecvență intermediară modulat în frecvență. Uzual, etajul discriminator *9* este precedat de un etaj limitator, ce are rolul de a elimina eventualele perturbații și modulația de amplitudine parazită, pentru funcționarea corectă la nivele mari de semnal, astfel încît circuitele acordate să funcționeze corect; o intrare în limitare a elementelor active din blocul de radiofrecvență poate duce la șuntarea circuitelor acordate. Cum distorsiunile la dezacord date de discriminator sînt notabile, la receptoarele *MF* este generalizat reglajul automat al frecvenței.

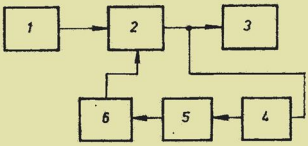


Fig. 1.5. Schema bloc a sistemului de reglaj automat al frecvenței oscilatorului local:
1 — circuite de *RF*; *2* — ansamblu *FI* — mixer; *3* — demodulator; *4* — discriminator sensibil la fază; *5* — element de reglaj al frecvenței; *6* — oscilator local.

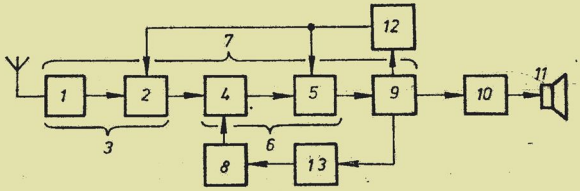


Fig. 1.6. Schema bloc a unui radioreceptor pentru semnale *MF*:
1 — circuit de intrare; *2* — *ARF*; *3* — ansamblu de circuite de *RF*; *4* — *ŞF*; *5* — *AFI—MF*; *6* — ansamblu de circuite de *FI*; *7* — ansamblu de circuite de înaltă frecvență; *8* — *OL*; *9* — discriminator de frecvență; *10* — *AJF*; *11* — difuzor; *12* — *RAA*; *13* — reglaj automat al frecvenței (*CAF*).

Receptorul *MA—MF* este destinat recepționării atît a emisiunilor modulate în amplitudine, cît și a celor modulate în frecvență. Partea comună a celor două scheme bloc (amplificatorul de joasă frecvență și defazorul) cît și sursa de alimentare ar apărea o singură dată în schema bloc a receptorului combinat. Deoarece frecvențele purtătoare cu care se lucrează pentru cele două tipuri de modulare sînt mult diferite, atît circuitele de intrare, amplificatoarele de radiofrecvență cît și oscilatoarele locale vor fi independente. La receptoarele mai puțin pretențioase, amplificatorul de frecvență intermediară va fi comun celor două tipuri de recepție, profitînd de ecartul mare între cele două frecvențe intermediare — 0,455 MHz (*MA*) față de 10,7 MHz (*MF*) — astfel că, înscriind circuitele derivație acordate corespunzătoare celor două frecvențe, fiecare va constitui un scurtcircuit la frecvența de lucru a celuilalt.

Sistemele de demodulare diferind principial, vor avea etaje diferite, cu un eventual etaj limitator pe calea *MF*. Schema bloc este prezentată în figura 1.7.

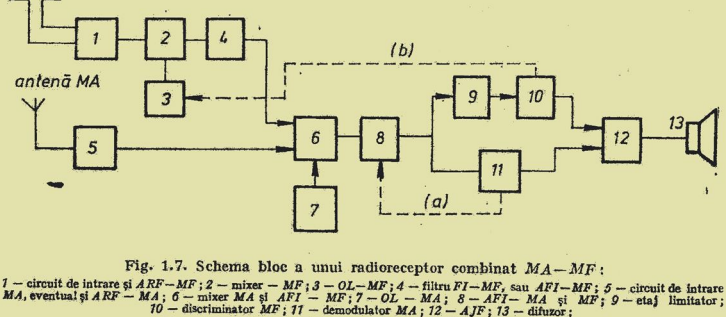


Fig. 1.7. Schema bloc a unui radioreceptor combinat $MA-MF$:
1 — circuit de intrare și $ARF-MF$; *2* — mixer — MF; *3* — $OL-MF$; *4* — filtru $FI-MF$, sau $AFI-MF$; *5* — circuit de intrare MA, eventual și $ARF-MA$; *6* — mixer MA și $AFI-MF$; *7* — $OL-MA$; *8* — $AFI-MA$ și MF; *9* — etaj limitator; *10* — discriminator MF; *11* — demodulator MA; *12* — AJF; *13* — difuzor;
a — cale de $RAA-MA$; *b* — cale de $CAF-MF$.

Receptorul va mai conține, pe lîngă căile de *RAA* și *CAF* specifice, și sistemul necesar de comutări pentru a face disjuncția celor două funcții; în receptoarele moderne această comutare se face cu comandă în curent continuu.

În ceea ce privește receptoarele stereofonice, schema unui astfel de receptor este de tipul schemelor pentru recepția semnalului modulat în frecvență, dar, după cum rezultă din caracteristicile semnalului utilizat în radiodifuziunea stereofonică, este necesar și un bloc specializat în de-

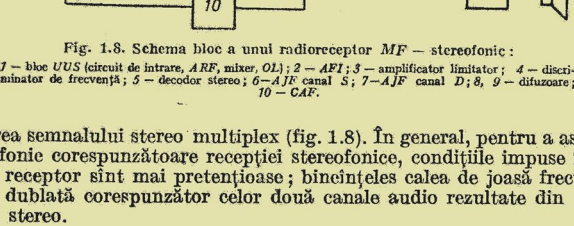


Fig. 1.8. Schema bloc a unui radioreceptor MF — stereofonic:
1 — bloc *UUS* (circuit de intrare, *ARF*, mixer, *OL*); *2* — *AFI*; *3* — amplificator limitator; *4* — discriminator de frecvență; *5* — decodor stereo; *6*—*AJF* canal *S*; *7*—*AJF* canal *D*; *8*, *9* — difuzoare; *10* — *CAF*.

codarea semnalului stereo multiplex (fig. 1.8). În general, pentru a asigura o diafonie corespunzătoare recepției stereofonice, condițiile impuse întregului receptor sînt mai pretențioase; bineînțeles calea de joasă frecvență va fi dublată corespunzător celor două canale audio rezultate din decodorul stereo.

Radiocasetofoanele cunosc o largă răspîndire prin facilităţile care le prezintă şi uşurinţa în manevrare. Prin alăturarea unui radioreceptor şi a unui casetofon, partea de joasă frecvenţă aferentă receptorului este comună şi casetofonului, cu condiţia asigurării compatibilităţii nivelelor de ieşire ale celor două blocuri (radio şi casetofon). Problemele suplimentare ce apar ţin de influenţarea performanţelor de funcţionare a casetofonului; acestea sînt:

— paraziţi electrici daţi de motor;
— descărcări electrostatice în mecanismul de casetofon;
— suprapunerea unei armonici a oscilatorului de ştergere din casetofon peste postul recepţional de radio;
— cuplaje parazite prin sursa de alimentare.

Motorul mecanismului de casetofon este de curent continuu cu perii; din acest motiv, la comutarea înfăşurărilor rotorului, datorită comportării inductive a acestuia, apar scîntei între perii şi rotor. Aceste scîntei se pot transmite ca perturbaţii părţii de radio prin alimentare sau prin cîmp electromagnetic. Transmiterea perturbaţiilor prin sursa de alimentare este atenuată de o reţea specială tip filtru taie-înalte *LC*, prin care este alimentat motorul, şi prin decuplarea judicioasă a alimentării. Perturbaţiile ce se transmit prin cîmp electromagnetic se atenuează printr-o ecranare corespunzătoare a motorului şi o localizare a antenei de ferită şi a circuitului de intrare cît mai distanţată faţă de motor.

Împotriva descărcărilor electrostatice se iau măsuri la fabricarea mecanismului, astfel încît piesele aflate în mişcare, susceptibile unor încărcări electrostatice prin frecare, să fie prevăzute cu lagăre puse la masa aparatului. Oscilatorul de ştergere şi premagnetizare are o frecvenţă de 40—100 kHz; armonicele acestuia se regăsesc uşor în banda de unde lungi sau chiar medii. Cum amplitudinea tensiunii este foarte mare, putînd ajunge şi la 150 V_{VF}, asigurarea unui coeficient mic de distorsiuni a formei de undă nu este suficientă. Se iau precauţii constructive deosebite în ceea ce priveşte traseele de curent de ştergere şi de premagnetizare, cît şi de distanţare a acestora faţă de partea de radio; uzual, aceste legături se fac cu fire ecranate. În plus, uneori se rejectează frecvenţa oscilatorului de ştergere în amplificatorul casetofonului, deoarece aceasta, pătrunzînd parazit la intrare, este amplificată de lanţul de *IF*, astfel încît poate influenţa recepţia radio.

Cum aceste măsuri nu sînt suficiente pentru a elimina interferenţele, se caută alegerea unei frecvenţe de ştergere, care să nu fie divizor al frecvenţei unui post local. Pentru a asigura această condiţie şi în alte zone cu alte emiţătoare, oscilatorul de ştergere este uzual prevăzut cu posibilitatea schimbării în trepte fixe a frecvenţei, astfel încît armonica ce „cade" pe post să fie îndepărtată de acesta. Cuplajele parazite prin traseul de masă pot apărea ca defecte în cazul unei lipituri imperfecte sau unui contact ce prezintă rezistenţă. În scopul evitării acestor neajunsuri, se caută separarea traseelor de alimentare radio-casetofon, decuplarea sau chiar stabilizarea suplimentară a alimentării etajelor de consum mic, evitarea închiderii traseelor de masă prin comutatoare.

În schema bloc prezentată în figura 1.9 se consideră incluse în blocurile *12*, *13* amplificatoarele de joasă frecvenţă şi corecţiile de frecvenţă (corecţii de ton). La fel, sistemul de reglaj automat al amplificării în partea de receptor *MA* şi sistemul de reglaj automat al frecvenţei în partea de receptor *MF* nu au fost trecute pe schema bloc.

De menționat că pentru blocul *15* se pun condiții destul de severe în ceea ce privește raportul *semnal/zgomot*, nivelul la intrarea acestuia provenit de la capul de redare sau de la un microfon fiind de 0,25—2 mV_{ef}.

Blocul *16*, amplificatorul de redare/înregistrare, amplifică semnalul dat de preamplificator la nivelul necesar amplificatorului de putere, res-

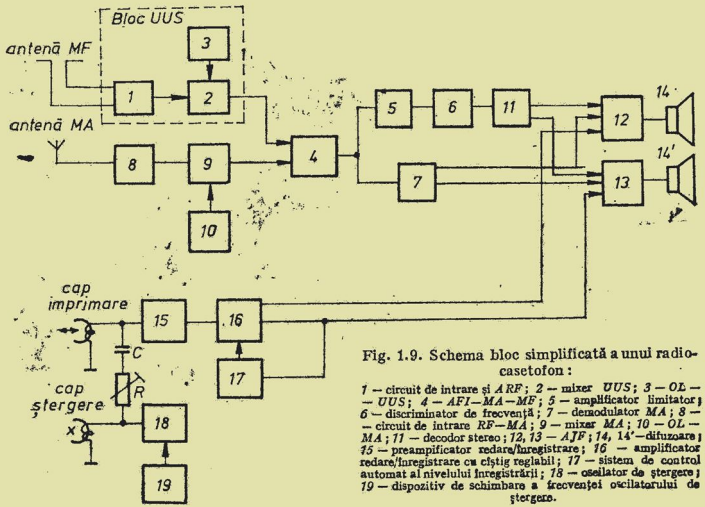


Fig. 1.9. Schema bloc simplificată a unui radiocasetofon:

1 — circuit de intrare și *ARF*; *2* — mixer *UUS*; *3* — *OL* — *UUS*; *4* — *AFI—MA—MF*; *5* — amplificator limitator; *6* — discriminator de frecvență; *7* — demodulator *MA*; *8* — circuit de intrare *RF—MA*; *9* — mixar *MA*; *10* — *OL* — *MA*; *11* — decodor stereo; *12, 13* — *AJF*; *14, 14'* — difuzoare; *15* — preamplificator redare/înregistrare; *16* — amplificator redare/înregistrare cu cîștig reglabil; *17* — sistem de control automat al nivelului înregistrării; *18* — oscilator de ștergere; *19* — dispozitiv de schimbare a frecvenței oscilatorului de ștergere.

pectiv capului de înregistrare. Acest bloc realizează și o caracteristică de frecvență necesară corecției ansamblului *bandă — cap combinat*, caracteristică ce-și schimbă forma corespunzător redării și înregistrării. În plus, amplificarea acestui bloc poate fi comandată în curent continuu. Tensiunea de comandă în curent continuu este furnizată de blocul *17*, astfel încît la creșterea tensiunii de ieșire din blocul *16*, blocul de comandă automată a amplificării modifică cîștigul amplificatorului *16* în sensul păstrării la ieșirea acestuia a unui nivel constant.

Aceasta presupune existența unui circuit de detecție și a unui circuit de integrare cu o constantă de timp de revenire de ordinul secundelor, astfel încît amplificarea să nu se modifice în timpul pauzelor sau pasajelor muzicale de intensitate scăzută. Blocul de reglaj automat al nivelului de înregistrare este blocat în timpul redării. Grupul *RC* asigură injecția unui curent de premagnetizare în capul de înregistrare.

La anumite modele de *rr*, blocul *17* lipsește, controlul nivelului de înregistrare făcîndu-se manual, conform informației furnizate de un dispozitiv indicator de nivel.

Cu toate că premagnetizarea în curent alternativ oferă avantaje notabile (zgomot redus, nivel crescut admis la înregistrare, distorsiuni mici

etc.), la casetofoanele foarte simple se renunță la acest sistem în scopul scăderii costului. În locul capului de ștergere se folosește un magnet permanent ce saturează banda. Capul de înregistrare este polarizat în curent continuu din sursa de alimentare printr-o rezistență. Acest sistem permite eliminarea oscilatorului de ștergere și premagnetizare, scăzînd totodată și consumul casetofonului pe poziția de înregistrare.

Se poate întîlni și o soluție de compromis care constă în folosirea unui cap de ștergere format din magneți permanenți montați alternativ, astfel încît, după trecerea prin fața lor, banda magnetică este demagnetizată, combinată cu un oscilator de premagnetizare, de gabarit și putere notabil mai mici.

B. PARAMETRII RADIORECEPTOARELOR

Redarea informației sonore de către un radioreceptor se poate aprecia cu ajutorul unor parametri tehnici care reflectă calitatea intrinsecă a acestuia.

● **Sensibilitatea.** Se definește pentru o putere de ieșire impusă (5 mW, 50 mW, 500 mW etc.) și un raport *semnal/zgomot* fixat la 20 dB pentru emisiunile *MA* și 26 dB pentru cele *MF*. Reprezintă capacitatea receptorului de a recepționa semnale slabe (posturi depărtate); în acest sens se poate defini și o *sensibilitate maximă corespunzătoare limitei inteligibilității unui post slab*—la un raport *semnal/zgomot* de 6 sau 10 dB.

● **Selectivitatea.** Se definește la $\pm$ 9 kHz pentru gamele și emisiunile *MA* și la $\pm$ 300 kHz pentru emisiunile *MF*; este atenuarea unui semnal aflat la ecartul de frecvență mai sus-menționat față de nivelul semnalului util pentru care este acordat întregul lanț de recepție. Selectivitatea reprezintă capacitatea aparatului de a atenua în timpul recepției într-o măsură mai mare sau mai mică semnalul provenit de la un post alăturat pe scară.

● **Atenuarea semnalului de frecvență imagine și atenuarea semnalului de frecvență intermediară.** Parametrul presupune eliminarea unor semnale ce se pot suprapune peste postul recepționat, indiferent de frecvența acestuia (frecvența imagine dependentă de frecvența intermediară $f_{imag} = f_s + 2kf_i$, $k = 1, 2, \ldots$) și care vor pătrunde în calea frecvenței intermediare și vor fi amplificate nedorit.

● **Eficacitatea reglajului automat al amplificării.** Se definește prin ecartul de tensiuni de intrare la antena receptorului, pentru care, la ieșirea audio, nivelul variază cu maximum 10 dB. Reprezintă capacitatea receptorului de a „nivela" posturile puternice și cele slabe, astfel încît audiția se face la un nivel al presiunii sonore cu variația acceptată de 10 dB.

● **Atenuarea *MA* parazite.** Se definește în cazul recepției *MF*, unde posibilitatea apariției unui semnal la ieșirea demodulatorului *MF*, datorat

unei modulații *MA*, este de dorit să fie minimă; este în legătură directă cu capacitatea receptorului de a „neglija" paraziții la recepția programelor *MF*.

●**Fuga în frecvență a oscilatorului local.** Este de dorit să fie minimă; se măsoară în procente și reprezintă o măsură a instabilității oscilatorului local, ce se manifestă prin apariția unor distorsiuni la dezacord sau chiar prin „fuga" postului recepționat. Se datorește în general instabilității componentelor cu temperatura, umiditatea etc.

●**Eroarea relativă de etalonare.** Se definește procentual și reprezintă corelația între frecvența purtătoare a postului recepționat și indicația scării receptorului.

● **Coeficientul de distorsiuni.** Se poate defini separat, pentru blocul de radiofrecvență și cel de audiofrecvență, sau global antenă-difuzor, sau chiar antenă-nivel sonor. Sursa acestor distorsiuni este în oricare din blocurile funcționale ale schemei, dar este de dorit ca distorsiunile introduse de partea de joasă frecvență să fie neglijabile în raport cu cele introduse de partea de radiofrecvență.

● **Puterea nominală de ieșire și coeficientul de distorsiuni al părții de joasă frecvență.** Sînt două mărimi legate prin metoda de măsurare; la un coeficient de distorsiuni fixat în funcție de clasa aparatului (10 %; 2,5 %; 1 % etc.) se măsoară puterea debitată pe o sarcină rezistivă. Partea de joasă frecvență mai este definită și de *coeficientul de distorsiuni pentru puterea standard la ieșire*, aceasta fiind o măsură a calității blocului de *AF*.

● **Caracteristica electrică de frecvență.** Se măsoară pe întregul lanț de recepție, mai puțin difuzorul (traductorul electroacustic). Mai poate fi definită și separat pentru blocul de *AF*, mai ales în cazul în care acest bloc poate fi excitat și de alte surse de semnal decît partea de radio propriu-zisă, inclusă în receptor.

● **Caracteristica de frecvență.** În măsurarea acesteia se include și traductorul electroacustic; din acest motiv, acest parametru se măsoară în condiții speciale (cameră surdă, microfoane și aparatură specializată) și nu interesează în condițiile depanării, unde o verificare organoleptică se dovedește a fi suficientă.

● **Eficacitatea reglajului de ton.** Este o mărime caracteristică blocului de joasă frecvență; se măsoară atenuarea și/sau amplificarea la frecvențele de acționare a tonului (basi, medii, înalte etc.), față de 1 000 Hz pe poziția de liniaritate maximă.

În tabelul 1.1 se dau parametrii radioreceptoarelor în funcție de clasa de calitate, limitîndu-ne la *rr* tranzistorizate și la cele portabile.

Tabelul 1.1

Clasificarea receptoarelor de radiodifuziune după principalele lor performanțe

Nr. crt.	Parametri			Performanțe de clase							
				Radioreceptoare cu tranzistoare				Radioreceptoare portabile			
				I	II	III	IV	I	II	III	IV
0	1			2	3	4	5	6	7	8	9
1	Parametrii în înaltă frecvență		*MA*	minim 4	minim 3	minim 2	minim 2	minim 4	minim 3	minim 2	minim 1
2	Numărul gamelor și subgamelor		*MF*	1	1	—	—	1	1	—	—
3	Gamele de undă		*UL* [kHz]	150,0—285,0							
			UM [kHz]	525,0—1605,0							
			US [MHz]	5,95—26,1							
			UUS [MHz]	65,0—73,0							
4	Sensibilitatea pentru o putere de ieșire de 50 mW și un raport *semnal/zgomot* de 20 dB în gamele de *UL*, *UM* și *US* și 26 dB în gama *UUS* (pe 300 Ω impedanța de intrare pentru *UUS*)	la borna de antenă exterioară	*UL* [μV]	50	150	—	—	—	—	—	—
			UM [μV]	50	100	—	—	—	—	—	—
			US [μV]	50	100	—	—	100	150	—	—
			UUS [μV]	5	10	—	—	8	15	—	—
		cu antenă interioară de ferită	*UL* [mV/m]	1	1,5	3	3,5	1	2,0	3,0	5,0
			UM [mV/m]	0,5	1,0	2	2,5	0,5	1,2	2,0	3,0

Tabelul 1.1 (continuare)

5	Selectivitatea	*UL, UM* şi *US* [dB]	36	30	22	16	36	30	22	16
		UUS [dB]	30	26	18	—	30	22	—	—
6	Atenuarea semnalului de frecvenţă imagine	*UL* [dB]	40	34	26	20	40	34	26	20
		UM [dB]	36	30	20	—	36	30	20	—
		US [dB]	12	10	—	—	10	—	—	—
		UUS [dB]	35	30	26	—	35	30	—	—
7	Atenuarea semnalului de frecvenţă intermediară	*UL* [dB]	30	20	15	—	30	20	15	—
		UM [dB]	30	20	15	—	30	20	15	—
		UUS [dB]	30	20	15	—	30	20	15	—
8	Eficacitatea reglajului automat al amplificării, pentru o variaţie de 10 dB la ieşire, mai bună decît	[dB]	50	40	36	26	50	40	30	—
9	Atenuarea *MA*	*UUS* [dB]	40	30	30	—	50	40	—	—
10	Eroare relativă de etalonare, procentual în game le	*UL* şi *UM* [%]	4	4	4	5	—	—	—	—
		US [%]	3	4	—	—	—	—	—	—
11	Fuga de frecvenţă a oscilatorului local	*US* [kHz]	6	8	14	—	—	—	—	—
		UUS [kHz]	50	75	90	—	—	—	—	—
12	Parametrii de audiofrecvenţă. Puterea nominală la ieşire	[W]	4,0	2,0	1	0,5	2	1	0,25	0,1
13	Coeficientul de distorsiuni neliniare [%] în amplificatorul de *AF*, pentru puterea nominală la ieşire, la frecvenţele de măsurat pe rezistenţa de sarcină	200 Hz	10	12	15	—	—	—	—	—
		2 400 Hz	5	7	10	—	—	—	—	—
		5 000 Hz	5	7	—	—	—	—	—	—
14	Sensibilitatea la intrarea dispozitivului de redare pentru o putere la ieşire de 50 mW mai bună decît	[mV]	50	100	250	250	250	250	250	250

Tabelul 1.1 (continuare)

Nr. crt.	Parametri		Performanțe de clase							
			Radioreceptoare cu tranzistoare				Radioreceptoare portabile			
			I	II	III	IV	I	II	III	IV
0	1		2	3	4	5	6	7	8	9
15	Caracteristica de frecvență a întregului lanț de amplificare (curba fidelității globale) la redarea acustică, cu o neuniformitate de 14 dB pentru frecvența peste 250 kHz și 18 dB pentru frecvența sub 250 kHz în gamele	*UL*, *UM* și *US* [Hz]	80—4 000	160—3 150	200—2 500	—	160—4 000	200—3 150	315—2 500	450—3 000
		UUS [Hz]	80—10 000	160—8 000	200—5 000	—	160—7 100	200—6 300	—	—
16	Caracteristica de frecvență electrică a întregului lanț de amplificare (curba fidelității) pe rezistența de sarcină cu neuniformitate de 6 dB la frecvențe peste 250 kHz și 10 dB pentru frecvențe sub 250 kHz	*UL*, *UM* și *US* [Hz]	80—3 150	100—2 500	125—2 240	—	125—2 500	125—2 500	125—2 500	125—2 500
		UUS [Hz]	80—8 000	100—6 300	125—5 600	—	125—6 300	125—6 300	125—6 300	125—6 300
17	Eficacitatea reglajului de ton în *AF* față de 1 000 Hz, la frecvența de	100 Hz [dB]	±9	±7	—	—	—	—	—	—
		8 000 Hz [dB]	±10	±8	−8	—	±8	−8	—	—
18	Zgomotul rezidual de rețea pentru *AF*, cu reglajul de ton pe liniaritate maximă	[dB]	50	40	35	30	—	—	—	—

Capitolul 2

INDICAȚII METODICE PENTRU EXECUTAREA LUCRĂRILOR PRACTICE ÎN LABORATOARELE DE DEPANARE A RADIORECEPTOARELOR

Lucrările practice de depanare a receptoarelor de radio urmăresc repunerea în funcțiune a acestora la performanțele inițiale, folosind o succesiune de operații logice.

În vederea realizării unei activități rapide și corecte, depanatorul trebuie să îndeplinească o serie de condiții, dintre care se reamintesc următoarele :

— să posede cunoștințe teoretice și practice de : radiocomunicații, semnale utilizate în radiodifuziune, principii de funcționare și constructive ale radioreceptoarelor, performanțe ale radioreceptoarelor, caracteristici de material și domeniile de utilizare a unor materiale, componente și dispozitive electronice ;

— să dispună de scule, dispozitive și aparate de măsurat și control necesare construcției, reglării, verificării și depanării radioreceptoarelor și să cunoască manipularea lor ;

— să dispună, în cadrul laboratoarelor sau atelierelor, de un stoc corespunzător și diversificat de piese de schimb ;

— să utilizeze principii și metode de depanare raționale ;

— să respecte normele de protecția muncii, specifice unităților cu profil electrotehnic și electronic.

A. ORGANIZAREA ACTIVITĂȚII DE DEPANARE

Lucrările practice de depanare a receptoarelor de radio pot fi efectuate în ateliere sau laboratoare, avînd în vedere volumul de lucrări ce se pot efectua simultan pe suprafața disponibilă.

Schema de organizare a acestora conține un post fix central de urmărire, îndrumare și control și mai multe posturi de lucru.

Acolo unde spațiul permite, unul sau două posturi de lucru pot fi destinate unor reglaje deosebite sau măsurări de performanțe amenajate în cabine ecranate.

Fiecărui post de lucru îi sînt necesare minimum următoarele dotări :

— masă tip laborator, prevăzută cu lampă de control și cu suporți (polițe) pentru amplasarea aparaturii de măsurat, a pieselor de schimb și a documentației tehnice ;

— cablu de antenă, prevăzut cu mufe la ambele capete, eventual cu adaptoare și atenuatoare, care să poată fi conectat la receptorul depanat, precum și la sursa de semnale;

— sursă de alimentare de la rețea (eventual redresor sau baterie, în cazul receptoarelor portabile), separată electric de aceasta, care să permită alimentarea simultană a receptorului, a aparaturii de măsurat și control, precum și a pistolului (ciocanului) electric de lipit;

— aparatură de măsurat conform lucrării practice în curs și metodei de depanare recomandate, prevăzută cu toate accesoriile necesare cuplării în diferite puncte ale receptorului (mufe, cordoane, fișe, testere, crocodili);

— un anumit necesar minim de scule pentru operațiunile preliminare depanării, pentru înlocuirea sau remedierea componentelor defecte, cum ar fi: un set de cleşti izolați și neizolați, pensete diferite, set de șurubelnițe diferite, oglindă stomatologică, pistol sau ciocan electric de lipit, cositor fludor, colofoniu, șmirghel, dispozitive pentru dezlipit circuite integrate, pompă absorbantă de cositor;

— stoc de piese de schimb și de control pentru verificarea sau înlocuirea componentelor suspectate de defectare;

— documentație tehnică, scheme, caiete „service" ale receptorului supus operațiunilor de depanare.

La fiecare post (masă) de lucru, în depanarea profesională, lucrează o singură persoană, dar pentru lucrările practice de depanare cu profil didactic pot să-și desfășoare normal activitatea pînă la trei persoane.

În unele cazuri, datorită unei dotări mai puțin complexe cu aparatură de măsurat și control specializată (vobuloscop, generator multiplex etc.), posturile de lucru se pot organiza specializate pe anumite operații, defecțiuni sau etaje tipice ale radioreceptoarelor. De asemenea, ținînd seama de defecțiune, posturile de lucru se pot diversifica și în funcție de metodele de depanare folosite care, chiar în cazul aceleiași defecțiuni, permit rezolvarea avariei cu diferite tipuri de aparatură și pe căi deosebite.

Pe lîngă aceste posturi de lucru propriu-zise, se recomandă organizarea în laboratorul pentru lucrări practice de depanare a radioreceptoarelor a următoarelor posturi:

— *un post central de urmărire, îndrumare și control, cu aparatură etalon, capabilă să asigure verificarea performanțelor radioreceptoarelor și controlul calității reparațiilor*; de asemenea, postul central va fi dotat cu un radioreceptor etalon de calitate cît mai bună, eventual stereofonic, pentru demonstrarea efectelor reglajelor manuale, prezentarea și identificarea simptomelor principale survenite ca urmare a apariției unor defecțiuni;

— *unul sau două posturi de lucru destinate depanării combinelor muzicale sau componentelor specifice acestora*;

— *un post de lucru destinat depanării incintelor acustice*;

— *unul sau două posturi de lucru destinate unor probe de anduranță, reglaje deosebite* etc.

B. PROCESUL TEHNOLOGIC AL DEPANĂRII

Lucrările practice de depanare a unui radioreceptor defect impun parcurgerea ordonată a următoarelor etape:

— *precizarea simptomului*;

— *analiza schemei electrice și a particularităților acesteia*, eventual a modificărilor aduse la depanările anterioare;

— *stabilirea performanțelor globale afectate de deranjament*;

— *stabilirea tronsonului defect pînă la nivel de etaj sau bloc funcțional*;

— *stabilirea performanței afectată de deranjament la nivel de bloc funcțional, etaj sau subansambluri*;

— *stabilirea etajului defect și a defectului în acest etaj*;

— *repararea defectului*;

— *constatarea dispariției defectului.*

● **Precizarea simptomului** se face obiectiv prin măsurări de performanță, iar subiectiv după manifestările acustice sesizate auditiv prin intermediul difuzorului, precum și la manevrarea unor dispozitive de comandă și reglare.

● **Analiza schemei electrice a radioreceptorului** este utilă în diagnosticarea defectului prin stabilirea legăturii dintre simptom și cauza care l-a provocat. Cunoașterea particularităților schemei, a modificărilor aduse la reparații anterioare, analiza caietului de serviciu și a documentației tehnice mărește eficiența procesului de depanare.

● **Stabilirea performanței (performanțelor) globale afectate de simptom** este concludentă în procesul de depanare numai în măsura în care aceasta sau acestea sînt specifice unui etaj sau unor blocuri funcționale, ca de exemplu: zgomotul pronunțat de rețea specific blocului de electroalimentare sau radioreceptorului staționar, eficacitatea reglajului de ton, de volum, reacția acustică, fidelitatea acustică, specifice etajelor *AAF*. Pentru performanțe la care conlucrează mai multe etaje, această determinare constituie o verigă intermediară în localizarea defectului.

● **Stabilirea tronsonului defect pînă la nivel de etaj sau bloc funcțional** se face pe principiul binar de împărțire a lanțului de semnal în două tronsoane și în continuare de împărțire a tronsonului defect în alte două tronsoane și de eliminare succesivă a tronsonului cu performanțe neafectate de defect.

● **Stabilirea performanței (performanțelor) afectate de defect** se face prin măsurări obiective asupra blocului funcțional, etajului sau subansamblului.

Suspectarea de defectare a componentelor sau a pieselor, corelînd rolul acestora în modificarea parametrilor blocului funcțional al etajului sau a subansamblului, reclamă cunoașterea particularităților schemei de către depanator, cunoștințe de fiabilitate, de tehnologie, cît și o experiență bogată. Ieșirea din toleranțe a componentelor electronice și a pieselor cu funcțiuni mecanice afectează parțial sau total performanțele. Posibilitatea de defectare nu este aceeași, astfel că sfera de investigare poate fi restrînsă la acele componente cu solicitări electrice și mecanice mai mari. Modificarea parametrilor poate persista în timp, poate varia în timp sau poate apărea aleatoriu. În multe cazuri, modificările intervin la viariații de tempera-

tură, la supraîncălzirea piesei (componentei), la şocuri mecanice sau datorită condiţiilor de lucru.

● **Stabilirea etajului defect şi a defectului din acest etaj** este corelată cu cauza defectului şi cu efectele globale ale acesteia :

— defectarea unor componente electronice pasive şi active ;

— deteriorarea unor dispozitive de comandă şi reglaj ;

— întreruperea conexiunilor de legătură dintre diferite blocuri funcţionale, contacte imperfecte, exfolieri sau întreruperi ale cablajelor imprimate ;

— scurtcircuite între conexiuni şi cablaje imprimate, datorită degradării izolaţiei, a exfolierii cablajului sau a pătrunderii corpurilor metalice între cablaje.

După stabilirea diagnosticului şi a cauzei defectului, urmează înlocuirea componentelor defecte sau ieşite din toleranţe cu altele identice sau echivalente cu cele iniţiale, refacerea conexiunilor rupte sau întrerupte, înlăturarea scurtcircuitelor, iar piesele mecanice deteriorate se înlocuiesc sau se repară potrivit gradului de degradare şi posibilităţilor depanatorului.

● **Constatarea înlăturării defectului** constituie faza finală a depanării şi constă în măsurarea performanţelor afectate iniţial de deranjament, cît şi în verificarea de durată. Această etapă este necesară deoarece primul simptom poate masca existenţa şi a altor simptome, care la rîndul lor urmează să fie analizate si rezolvate.

De-a lungul procesului tehnologic de depanare, din momentul semnalizării apariţiei simptomului şi pînă la stabilirea cauzei, depanatorul efectuează o serie de verificări şi măsurări al căror număr depinde de : dotarea cu aparatură de măsurat a laboratorului, gradul de cunoştinţe teoretice, experienţa acumulată, ingeniozitatea şi conştiinciozitatea manifestate de depanator.

Gama şi succesiunea verificărilor minimale impuse în procesul de depanare sînt :

— informarea depanatorului (de la posesorul radioreceptorului) de modul şi condiţiile în care a apărut defecţiunea (simptomul) ;

— verificarea radioreceptorului nealimentat printr-o examinare vizuală a montajului electric şi organelor accesibile de comandă şi reglare ;

— verificarea radioreceptorului alimentat prin măsurarea tensiunilor continue, alternative, a curenţilor şi a elementelor de circuit ;

— măsurarea sau aprecierea unor performanţe globale sau parţiale şi vizualizarea curbelor şi formelor de undă pe blocuri funcţionale şi pe etaje funcţionale ;

— măsurarea parametrilor componentelor presupuse defecte ;

— înlocuirea componentelor presupuse defecte cu altele identice sau echivalente, cu toleranţele impuse celor iniţiale din montaj.

Verificarea vizuală a radioreceptorului nealimentat se impune pentru a se evita apariţia unor defecte suplimentare în cazul punerii sub tensiune a radioreceptorului. În urma unui control vizual exterior şi interior se pot obţine informaţii privitoare la : starea butoanelor de comandă, funcţionarea comutatoarelor de game sau a claviaturii, indicatoarele scării de acord, starea bucşelor, a mufelor, poziţia schimbătorului de tensiune, starea siguranţelor, marcarea polarităţilor pe suporturile bateriilor de alimentare, componentele şi cablajul cu defecte evidente (urme de carbonizare, între-

rupere a cablajului, exfolieri, spargeri sau fisurări ale plăcilor de circuit imprimat, urme ale unor intervenții anterioare în radioreceptor).

Dacă verificarea vizuală nu a condus la localizarea defectului, atunci radioreceptorul urmează să fie alimentat. Prezența unor scurtcircuite pe căile de electroalimentare impune luarea de măsuri de protejare a circuitelor ca de exemplu : reducerea tensiunii la jumătate din valoarea nominală, inserierea de siguranțe fuzibile, calibrate corespunzător, măsurarea puterii absorbite de la rețea sau de la sursele de alimentare. Dacă consumul este mai mic decît cel normal sau în toleranță, atunci se recomandă, înainte de a se trece la alte investigații, măsurarea tensiunilor continue și alternative, a tensiunii de rețea și, parțial, a curenților. Menționăm că indicații corecte pentru tensiuni se obțin numai dacă rezistența internă a voltmetrului este de 10...20 ori mai mare decît rezistența componentei pe care branșează voltmetrul. Valorile măsurate se confruntă cu tensiunile specificate în documentația tehnică, schema electrică, caietul de service etc. Abaterile anormale sau lipsa de tensiune sînt un indiciu că un element serie (rezistență, înfășurare, contact) nu asigură continuitatea circuitului sau că un element derivație (condensator, tranzistor, diodă, circuit integrat) este în scurtcircuit.

Măsurarea curenților este la fel de importantă ca și măsurarea tensiunilor, cu precizarea că instrumentul trebuie conectat în serie, fapt ce impune deconectarea componentelor sau a circuitelor supuse măsurării. Datorită pericolului de exfoliere a cablajului și a pastilei, măsurările de curenți trebuie limitate numai la acelea strict necesare. Dacă se măsoară curenții continui și circuitul este străbătut și de curent alternativ de *AF*, *FI* și *RF*, atunci instrumentul va fi decuplat cu ajutorul unui condensator de valoare 5...50 nF pentru *RF*, *FI* și de 0,1...1 μF pentru *AF*. În aceste situații, conectarea aparatelor de măsurat pentru curenți se face cît mai aproape de punctul de masă sau de sursa de alimentare.

C. PROCEDURA DE REALIZARE A LUCRĂRILOR PRACTICE DE DEPANARE A RADIORECEPTOARELOR

Făcînd abstracție de activitatea de depanare profesională sau de amatori, lucrările practice cu caracter didactic se desfășoară în cadrul unui proces continuu de instruire, ale cărui etape pot fi cele expuse în continuare.

1. ETAPA PRELIMINARĂ DE PREGĂTIRE

Această etapă, absolut necesară în cadrul unui proces instructiv-aplicativ trimestrial sau anual, trebuie să cuprindă următoarele :

— cunoașterea laboratorului pentru lucrările practice de depanare a radioreceptoarelor, a dotărilor sale și a posibilităților de lucru în condițiile existente ;

— reîmprospătarea cunoștințelor teoretice referitoare la structura și funcționarea radioreceptoarelor, a aparaturii de măsurat și control din dotare, precum și a metodelor și tehnicilor de măsurare ;

— instruirea elevilor privind normele de tehnica securității muncii în activitatea de depanare a radioreceptoarelor și exemplificarea cu mă urile de securitate asigurate prin dotarea în laborator.

Desfășurarea etapei preliminare de pregătire se recomandă să aibă o durată de 1—4 ore la începutul unui ciclu de lucrări practice și de circa 5 minute la începutul fiecărei lucrări în parte.

2. ETAPA PRELIMINARĂ DE DEPANARE

Fiecare lucrare practică de depanare, cu alte cuvinte fiecare lecție, se recomandă să aibă o durată minimă de 2 ore, aceasta putînd fi mărită în funcție de conținutul lucrării. Etapa preliminară de depanare, care urmează celei preliminare de pregătire, nu trebuie să depășească în timp 10—15 minute, în cadrul ei efectuîndu-se următoarele operațiuni :

— anunțarea subiectului lucrării practice, a tipului radioreceptorului pe care se va efectua aceasta, a procedurii de depanare ce urmează a fi folosită etc. ;

— prezentarea demonstrativă a simptomului sau simptomelor care fac obiectul lucrării practice, comentarea efectelor asupra radioreceptorului, a blocurilor funcționale și a etajelor acestuia ;

— recomandări asupra tehnicii de lucru și a pericolelor de avarie, mai ales în cazul simptomelor care pot fi urmate de distrugeri ale unor componente scumpe ;

— precizarea obiectivelor lucrării practice respective și a rezultatelor finale necesare (măsurări, metodă, interpretare, echivalențe de componente, verificare preventivă finală etc.), pe lîngă repararea propriu-zisă a radioreceptorului ;

— predarea către fiecare post de lucru a radioreceptorului pe care se va efectua lucrarea, a aparaturii de măsurat și control, a documentației tehnice necesare și a setului de scule și accesorii.

Pentru desfășurarea în bune condiții a lucrărilor practice simultan la mai multe posturi de lucru, considerăm utile următoarele proceduri :

— execuția simultană a lucrărilor practice de depanare asupra unor radioreceptoare ce prezintă același simptom exterior, diversificarea între posturile de lucru efectuîndu-se prin recomandarea unor metode de verificare diferite (organoleptică, substituție, statică de c.c., statică de c.a., dinamică, injecție, urmărire) sau prin utilizarea unor radioreceptoare diferite (staționare sau portabile, monofonice sau stereofonice etc.) ;

— execuția simultană a lucrărilor practice de depanare a radioreceptoarelor cu aceeași metodă de depanare, asupra acelorași simptome, cu localizare în etaje (blocuri) diferite și pe radioreceptoare diferite ;

— execuția simultană a lucrărilor practice de depanare asupra unor radioreceptoare ce prezintă același simptom exterior, dar localizat în etaje diferite și pe radioreceptoare diferite, notarea putînd ține seamă de metodica aleasă pentru depanare și de eficiența acesteia ;

— execuția simultană a lucrărilor practice de depanare asupra unor radioreceptoare de același tip ce prezintă simptome diferite, dar înrudite sau din aceeași categorie și localizate în etaje (blocuri) diferite (de exemplu : *lipsa audiției* împreună cu *lipsa audiției pe gama UUS*, *lipsa audiției pe gama MA*, *audiție slabă*, *audiție slabă și distorsionată*).

3. ETAPA DE DEPANARE PROPRIU-ZISĂ

Desfăşurarea acestei etape, cu o pondere de circa 75—80% din timpul afectat lucrării practice de depanare, are loc pe două direcţii, în funcţie de subiectul care o execută.

Elevul (practicantul) va lucra conform procesului tehnologic al depanării descris la paragraful *B*, consemnînd în scris concluziile sau rezultatele măsurărilor fiecărei etape, precum şi concluziile întregii depanări şi a verificării finale.

Ca o sugestie cu caracter general, se recomandă ca în materialul scris elevul să asigure răspunsuri cît mai complete la întrebările :

— *cum se manifestă şi cum se identifică simptomul?*

— *care este influenţa sa asupra parametrilor radioreceptorului?*

— *care sînt principalele cauze posibile de defectare şi care este cauza concretă în cazul radioreceptorului respectiv?*

— *care au fost căile, metodele de identificare a cauzelor şi aparatele de măsurat folosite pentru depanarea defecţiunii?*

De altfel, aceste întrebări vor reveni în cadrul lucrărilor practice de depanare tratate în cadrul capitolelor 6—14, ca un leit-motiv al rezolvării defecţiunilor în funcţie de simptomul exterior.

Îndrumătorul (instructorul) va trece succesiv pe la posturile de lucru, verificînd desfăşurarea lucrărilor, concluziile etapelor procesului tehnologic al depanării, avizînd înlocuirea unor componente pretenţioase (transformatoare, ansambluri *FI*, transformatoare de putere, circuite integrate etc.) şi, în final, verificînd radioreceptorul reparat.

4. ETAPA DE VERIFICARE ŞI FIXARE A CUNOŞTINŢELOR

După încheierea operaţiunilor de depanare sau la epuizarea timpului afectat acestora, se va întrerupe alimentarea la toate radioreceptoarele şi aparatele de măsurat de la posturile de lucru, cu excepţia radioreceptorului pentru demonstraţii, amplasat la postul central.

Îndrumătorul (instructorul) laboratorului de lucrări practice de depanare a radioreceptorului va face în 5—15 minute o analiză comparativă a desfăşurării operaţiunilor la posturile de lucru, va evidenţia metoda optimă de depanare, cu eficienţă maximă, va comenta erorile de procedură sau interpretările greşite ale unor verificări şi, dacă este cazul, va demonstra practic, cu ajutorul radioreceptorului etalon sau al proiecţiilor, care este calea corectă a unei depanări complete şi rapide. De asemenea, va comenta rezultatele verificării preventive finale a radioreceptorului depanat.

Procedeul recomandat în această etapă este combinarea expunerii cu răspunsurile elevilor la întrebările adresate de îndrumător.

În final, se va trece la predarea radioreceptorului, a aparaturii şi a sculelor de la posturile de lucru.

5. ETAPE DE ÎNTOCMIRE ŞI APRECIERE A REFERATULUI LUCRĂRII DE DEPANARE

La sfîrşitul lucrării, elevii întocmesc un referat pe puncte precise, care conţin scheme de funcţionare, tabele cu date, caracteristici, precum şi comentarii sau răspunsuri la întrebări, care se bazează în întregime pe

interpretarea datelor practice obținute. Referatul se poate întocmi în laborator sau acasă.

Pentru a corecta rapid referatele, este bine ca profesorii să aibă pregătite referate model cu tabele, grafice și scheme corecte.

Aceste referate concise oferă posibilitatea unei evaluări operative a activității elevilor. Acolo unde sînt greșeli, profesorul va ști ce nu au înțeles sau ce au greșit elevii, făcînd intervențiile necesare pînă la reluarea măsurărilor. Pe de altă parte, acolo unde rezultatele sînt corecte, profesorul poate cere argumentarea acestora, explicarea lor, pentru a favoriza fixarea cunoștințelor și deprinderilor.

În majoritatea cazurilor, obiectivele se întrepătrund, etapele lucrării servesc simultan mai multor obiective. Profesorul va putea însă aprecia care obiectiv nu s-a realizat sau s-a realizat doar parțial, verificînd referatele și colaborînd cu elevii în timpul lucrării.

Deoarece caracteristicile componentelor și circuitelor diferă de la platformă la platformă, este indicat ca profesorii să realizeze ei înșiși, în prealabil, toate lucrările, completînd tabelele și construind grafice corespunzătoare pe platforme, care vor servi apoi ca material de referință pentru evaluarea rezultatelor obținute de elevi.

Capitolul 3

APARATURĂ ŞI METODE DE MĂSURARE FOLOSITE ÎN DEPĂNAREA RADIORECEPTOARELOR

A. APARATE DE MĂSURAT ŞI VERIFICARE

1. GENERATORUL DE SEMNAL

Generatorul de semnal este unul din aparatele cele mai des utilizate, care furnizează semnale electrice variabile în timp, cu anumiţi parametri precizaţi : formă, gamă de frecvenţe, amplitudine etc.

a. Clasificare

Se poate face o clasificare a lor după parametrii principali :

- **După forma semnalului general,** deosebim :
  - *generatoare de semnal sinusoidal* (nemodulat, modulat) ;
  - *generatoare de impulsuri* (dreptunghiulare, dinte de ferăstrău etc.) ;
  - *generatoare de zgomot.*
- **După gama de frecvenţă a semnalului furnizat,** deosebim :
  - *generatoare de joasă frecvenţă* (1 Hz — 1 MHz) ;
  - *generatoare de videofrecvenţă* (10 Hz — 10 MHz) ;
  - *generatoare de frecvenţe înalte* (100 kHz — 110 MHz).

Amplitudinea semnalului de ieşire poate varia de la 10 μV la sute de volţi, semnalul avînd o putere mică (de la 2 la 10 W).

b. Generatorul de semnal de frecvenţe joase

În figura 3.1 este prezentată schema bloc a generatorului de semnal sinusoidal de frecvenţe joase, în care etajul principal (oscilatorul pilot)

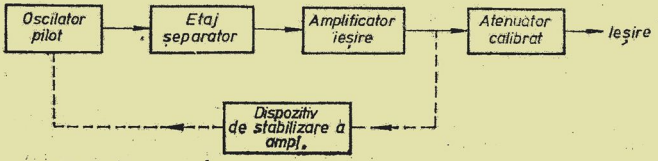


Fig. 3.1. Schema bloc a generatorului de semnal sinusoidal de frecvenţă joasă.

este cel care generează semnalul. Independenţa funcţionării lui faţă de regimul de funcţionare a etajului final este asigurată de etajul separator.

Dispozitivul de stabilizare a amplitudinii apare numai la generatoarele de precizie. Amplitudinea oscilațiilor se stabilizează automat la schimbarea frecvenței, fiind un circuit de reacție negativă.

Performanțele generatorului sînt:

— *precizia de reglare*: 1...10%;
— *tensiunea de ieșire*: 10^{-5} V — zeci de volți;
— *distorsiuni*: 1—3 %, iar la generatoarele speciale: 0,1—0,2%;
— *acordul continuu al frecvenței generatorului*, realizat pe benzi de frecvență adiacente, cu acoperiri la capete de la o bandă la alta.

Aceste generatoare sînt utilizate la măsurarea amplificării, a caracteristicii de frecvență, a factorului de distorsiuni, reglaje etc.

c. Generatorul de semnal de frecvențe înalte

Spre deosebire de generatoarele de joasă frecvență, acesta are un voltmetru electronic încorporat, care indică nivelul de ieșire, prezintă o stabilitate mare a frecvenței, distorsiuni mici și posibilități de variație a gradului de modulație pentru *MA* sau a deviației de frecvență pentru *MF*. Schema bloc a generatorului se prezintă în figura 3.2.

Oscilatorul pilot și etajul separator au aceleași funcții ca la generatoarele de joasă frecvență. Etajul modulator (care lucrează ca un amplificator) realizează modularea în amplitudine a semnalului generat, cu un semnal de 1 kHz furnizat de oscilatorul de joasă frecvență sau cu un semnal

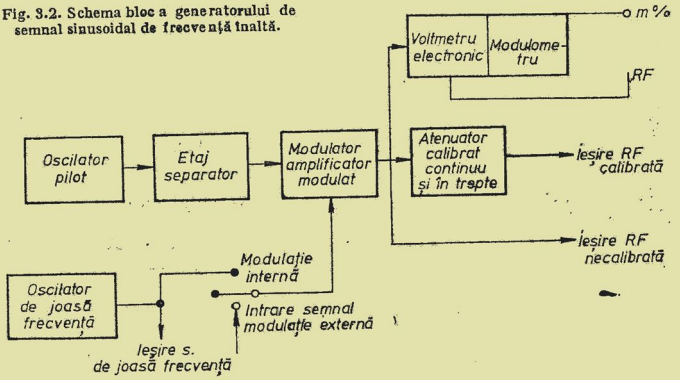


Fig. 3.2. Schema bloc a generatorului de semnal sinusoidal de frecvență înaltă.

exterior provenit de la un alt generator și aplicat la borna de modulație externă. Gradul de modulație se poate regla prin modificarea nivelului semnalului modulator. Voltmetrul electronic încorporat măsoară nivelul tensiunii de înaltă frecvență nemodulată, înainte de intrarea în atenuator.

Gradul de modulație se poate determina măsurînd nivelul semnalului modulator. Instrumentul indică, prin comutare, nivelul tensiunii de înaltă frecvență sau gradul de modulație. La ieșirea necalibrată se obține sem-

nalul de înaltă frecvență cu amplitudine mare, iar la ieșirea de joasă frecvență un semnal corespunzător. Rolul atenuatorului calibrat este de a asigura o atenuare în trepte decadice și variație continuă, independent de frecvența semnalului generat.

Generatoarele de radiofrecvență furnizează semnale cu frecvența cuprinsă între 100 kHz — 30 MHz, cu o stabilitate a frecvenței de ± 0,001—0,05, cu o amplitudine între 100 mV și valori de ordinul volților, reglabilă cu 60 dB. Aceste tipuri de generatoare sînt utilizate la măsurarea performanțelor radioreceptoarelor.

2. OSCILOSCOPUL CATODIC

Osciloscopul catodic este aparatul electronic care, prin transformarea semnalelor electrice în semnale optice, permite vizualizarea unor fenomene. Această prezentare vizuală poate fi analizată, studiată, măsurată fie direct, fie prin înregistrarea prin fotografiere a oscilogramelor.

După performanțe, osciloscoapele se pot clasifica astfel:

— *osciloscoape de serviciu*, cu sensibilitate de 50—100 mV/cm și bandă de frecvențe de 5—10 MHz;

— *osciloscoape de laborator*, cu sensibilitate de 200—500 μV/cm și banda de frecvență de 30—50 MHz;

— *osciloscoape speciale* cu sensibilitate pînă la 10 μV și banda de frecvențe cuprinsă între 100—500 MHz.

Pentru măsurarea cu precizie a duratelor, unele osciloscoape au un etaj generator de marcare a timpului, care generează semnale cu perioadă fixă. Aceste semnale, sub formă de impulsuri, se suprapun peste semnalul reprodus, durata acestuia determinîndu-se prin numărarea segmentelor rezultate și înmulțirea acestui număr cu perioada marcajului (care este cunoscută).

Osciloscopul este utilizat în măsurarea amplitudinii, duratei, frecvenței semnalelor, a defazajelor, a gradului de modulație, a distorsiunilor etc.

O aplicație specială a osciloscopului este *caracterograful*, destinat să traseze automat caracteristicile diodelor și tranzistoarelor.

3. VOBULOSCOPUL

Vobuloscopul este aparatul care trasează automat curba de răspuns a unui cuadripol, amplificator sau circuit pasiv. Vobuloscopul prezintă o bornă de ieșire, o bornă de intrare și un osciloscop încorporat. La borna de ieșire este furnizat un semnal de înaltă frecvență, variabil între anumite limite, cu modulație de frecvență. Acest semnal se aplică cuadripolului studiat, iar ieșirea acestuia se conectează la intrarea vobuloscopului. Pe ecranul osciloscopului va fi vizualizat răspunsul cuadripolului la frecvența baleiată. Modul de conectare a cuadripolului la vobuloscop este ilustrat în figura 3.3.

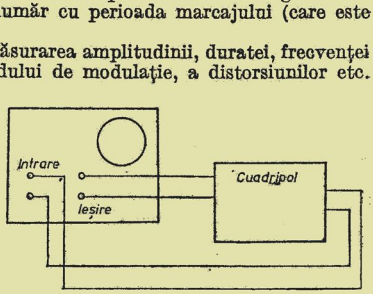


Fig. 3.3 Modul de conectare al cuadripolului la vobuloscop.

Banda de frecvență a vobuloscopului depinde de destinația aparatului; el poate avea și un generator de marcare a frecvențelor. Vobuloscopul este utilizat în practica depanării, în reglarea circuitelor de frecvență înaltă și intermediară, acordul discriminatoarelor etc.

4. FRECVENȚMETRUL

Frecvențmetrul este un aparat destinat măsurării frecvenței semnalelor. Cele mai moderne frecvențmetre sînt numerice, prezentînd rezultatul măsurării sub forma unui număr scris în baza de numerație 10. Prezintă toate avantajele aparatelor numerice: reduce erorile subiective, mărește viteza și precizia măsurărilor. Poate avea patru, cinci, șase sau chiar nouă cifre, deci o clasă de precizie de 10^{-4}—10^{-9}.

Funcționarea se bazează pe măsurarea perioadei semnalului cu frecvență necunoscută, într-un interval de timp bine determinat (de exemplu, 1 secundă). Semnalul studiat poate fi sinusoidal, sub formă de impuls sau sub orice formă de undă periodică, cu frecvența cuprinsă în domeniul de lucru al aparatului și cu o amplitudine suficientă.

Cînd comutatorul AB se află pe poziția F, aparatul lucrează ca frecvențmetru (fig. 3.4). Pe intrarea A se aplică semnalul transformat în impulsuri, iar pe intrarea B, care comandă închiderea sau deschiderea circuitului poartă, se aplică impulsuri cu perioada bine determinată (în cazul acesta, 1 secundă). În acest interval, cînd poarta este deschisă, impulsurile de la borna A trec prin poartă și sînt numărate de numărătorul decadic. Cînd poarta este închisă, rezultatul măsurării este afișat sub formă de cifre. Pe poziția P a comutatorului, aparatul funcționează ca *periodmetru*. Comanda de închidere și deschidere a porții o dă semnalul de perioadă necunoscută. Poarta este deschisă pe durata unei perioade

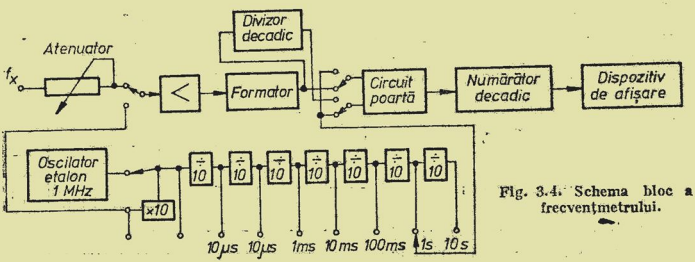


Fig. 3.4. Schema bloc a frecvențmetrului.

necunoscute, timp în care la borna A sînt furnizate impulsurile generate local, cu perioada cunoscută. Ele sînt numărate de numărător și rezultatul este afișat.

5. DISTORSIOMETRUL

Distorsiometrul este aparatul care permite măsurarea abaterii formei semnalului, în timpul transmiterii lui printr-un circuit, față de forma inițială.

Distorsiunile armonice sînt introduse de circuitele neliniare, care determină apariţia unor componente de alte frecvenţe în semnalul de la ieşirea circuitului. Analiza armonică demonstrează că semnalul distorsionat poate fi considerat ca suma dintre semnalul cu frecvenţa semnalului nedistorsionat şi armonicile acestuia.

Gradul de distorsiuni armonice reprezintă raportul dintre valoarea efectivă a armonicelor şi valoarea efectivă a semnalului total:

$$\delta = \frac{\sum_{i=}^{\infty} (U_i^2)^{1/2}}{\sum_{i=1}^{\infty} (U_i^2)^{1/2}},$$

în care U_i este valoarea efectivă a armonicii de rang i.

Pentru a măsura gradul de distorsiuni, se va suprima complet fundamentala cu ajutorul unui filtru, iar armonicele sînt lăsate să treacă în mod egal. Măsurarea conţine două etape:

— pe poziţia *1* a comutatorului K se stabileşte nivelul semnalului la intrare, astfel încît acul indicator al instrumentului să fie la capăt de scară. Astfel, se obţine:

$$U_{ef\,tot} = ct;$$

— pe poziţia *2* se citeşte pe instrument $U_2 = \alpha U_{ef\,arm} = \alpha\delta U_{ef\,tot} = K\delta$, în care α este atenuarea constantă introdusă de filtru pentru armonici, iar K este o constantă. Deci, scara voltmetrului poate fi etalonată direct în valori ale gradului de distorsiuni.

B. METODE DE MĂSURARE A PERFORMANŢELOR RADIORECEPTOARELOR

Pentru a încadra radioreceptoarele în diferitele clase de calitate, este necesar să se măsoare performanţele lor electrice şi acustice, în condiţii similare de lucru.

Descrierea metodelor de încercare pentru determinarea cantitativă a parametrilor atît pe întregul lanţ *MA* şi *MF*, cît şi pe lanţul *AF* se face avînd în vedere următoarele standarde de referinţă:

— STAS 7711-72 (Clasificarea şi parametrii principali ai radioreceptoarelor);

— STAS 6048/9-72 (Perturbaţii radioelectrice. Radioreceptoare şi receptoare de televiziune. Limite admisibile ale perturbaţiilor şi condiţii speciale de încercare);

— STAS 8624-72 (Receptoare de radio şi receptoare de televiziune alb-negru. Condiţii generale privind rezistenţa la solicitări mecanice, climatice şi electrice);

— STAS 8766-70 (Receptoare de radiodifuziune şi receptoare de televiziune. Fiabilitate. Prescripţii).

1. PRINCIPALELE PERFORMANȚE ALE RADIORECEPTOARELOR

Performanțele principale ale radioreceptoarelor sînt următoarele:

● **Puterea de ieșire** este puterea electrică aplicată difuzorului. Se definesc: puterea nominală P_n ca fiind puterea de ieșire maximă pentru un coeficient de distorsiuni de neliniaritate $\delta = 10\%$, și puterea standard P_S, aleasă convențional:

$$P_n < 0{,}1\ \text{W}; \qquad P_S = 5\ \text{mW};$$

$$0{,}1\ \text{W} < P_n < 1\ \text{W}; \qquad P_S = 50\ \text{mW};$$

$$P_n < 1\ \text{W}; \qquad P_S = 500\ \text{mW}.$$

● **Sensibilitatea** este proprietatea radioreceptorului de a furniza audiție satisfăcătoare pentru un nivel minim al semnalului aplicat la intrare. Datorită prezenței perturbațiilor, alături de semnalul util se definește *sensibilitatea limită de zgomot* ca fiind valoarea minimă a semnalului în antenă, pentru care la ieșire se obține puterea standard cu un raport *semnal/zgomot* de 20 dB (*MA*) sau 26 dB (*MF*).

● **Selectivitatea** reprezintă proprietatea radioreceptoarelor de a separa emisiunea postului recepționat de cele ale posturilor vecine (adiacente). De asemenea, este importantă măsurarea pătrunderilor pe frecvența intermediară și pe frecvența imagine ($f_{im} = f_s + 2f_i$).

● **Fidelitatea** caracterizează capacitatea radioreceptoarelor de a reproduce programul sonor cît mai aproape de forma originală.

● **Distorsiunile de neliniaritate** sînt apreciate prin conținutul de armonici ale semnalului la bobina mobilă a difuzorului.

● **Zgomotul de rețea** (*brumul*) este un semnal parazit de 50 Hz (100 Hz) introdus de rețeaua de electroalimentare în difuzor.

● **Puterea consumată** este determinată prin măsurare cu un wattmetru (sau, în lipsă, se măsoară curentul preluat de radioreceptor).

● **Radiația radioreceptorului** prin antenă sau prin rețeaua de distribuție este determinată de frecvența oscilatorului local sau de frecvența intermediară, din cauza ecranajului nesatisfăcător.

● **Reacția acustică** (*microfonia*) este fenomenul de autooscilație în banda audio, prin reacția dintre difuzor și piesele componente ale radioreceptorului.

● **Alunecarea frecvenței oscilatorului local** se datorește modificării parametrilor pieselor acestuia.

● **Fiabilitatea** este determinată de indicativul *timpul mediu de funcționare între defectări*, cuprins între 1 500 și 3 000 ore.

● **Rezistența la solicitări electrice, mecanice și climatice** este verificată prin încercări definite de STAS 8624-72.

2. CONDIȚII GENERALE IMPUSE MĂSURĂRILOR

● Alimentarea radioreceptorului se face cu tensiune de 220 V_{ca} ± 2%, iar pentru radioreceptoarele alimentate la baterii se folosesc baterii cu tensiunea nominală specificată în normă.

Înainte de a începe măsurarea, radioreceptorul și aparatura de măsurat trebuie conectate la priza de pământ.

●Frecvențele de măsurare se aleg în funcție de numărul determinărilor dintr-o gamă de lungimi de undă. În audiofrecvență, frecvența de referință standardizată este 1 000 Hz, iar în radiofrecvență se efectuează măsurările la frecvențele din tabelul 3.1.

Tabelul 3.1

Măsurări de frecvențe în radiofrecvență

	GR I	GR II	GR III
Unde lungi	150 kHz	150 kHz	
	250 kHz		
	250 kHz	250 kHz	250 kHz
	315 kHz	315 kHz	
	400 kHz		
Unde medii	525 kHz	525 kHz	
	630 kHz		
	800 kHz		
	1 kHz	1 MHz	1 MHz
	1,25 kHz		
	1,4 kHz	1,4 MHz	
	1,6 kHz		
	4 kHz		
Unde scurte	6,3 MHz	6,3 MHz	
	8 MHz		8 MHz
	10 MHz		
	11,25 MHz	11,25 MHz	
	14 MHz		
	16 MHz	16 MHz	
	20 MHz		
	22,4 MHz		
	25 MHz	25 MHz	
Unde ultrascurte	65 MHz	65 MHz	
	67 MHz		
	69 MHz	69 MHz	69 MHz
	71 MHz		
	73 MHz	73 MHz	
	88 MHz	88 MHz	
	90 MHz		
	92 MHz		
	94 MHz	94 MHz	94 MHz
	96 MHz		
	98 MHz		
	100 MHz		
	104 MHz	104 MHz	108 MHz
	108 MHz	108 MHz	108 MHz

● Reglajul de ton se așază pe poziția corespunzătoare benzii maxime, cu neuniformitate minimă a caracteristicii electrice de frecvență.

● Condițiile climatice pentru măsurări trebuie să fie constante pe durata seriei de măsurări, încadrîndu-se în limitele:

— temperatura: +15 — — +35°C;

— umiditatea relativă: 45—75%;

— presiunea atmosferică: 860—1 060 mbar.

● Sarcina artificială standardizată este rezistența egală cu modulul impedanței la 1 000 Hz prezentate de difuzor.

● Antena artificială este circuitul care în timpul măsurării înlocuiește antena de recepție și cablul de coborîre, avînd parametri echivalenți ai acestora. Schema antenei artificiale standard pentru *MA* este prezentată în figura 3.5.

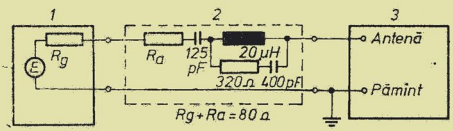
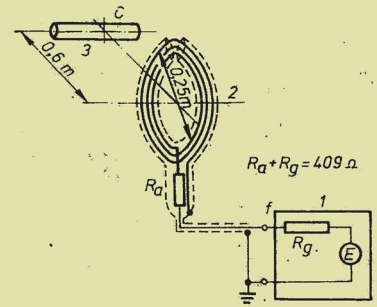


Fig. 3.5. Schema bloc a antenei artificiale standard pentru *MA*.

Pentru radioreceptoarele cu antene magnetice interioare, se utilizează antena cadru artificială, care produce un cîmp electromagnetic în banda 150 kHz — 1,6 MHz; bobina utilizată are diametrul Ø = 0,25 m și este

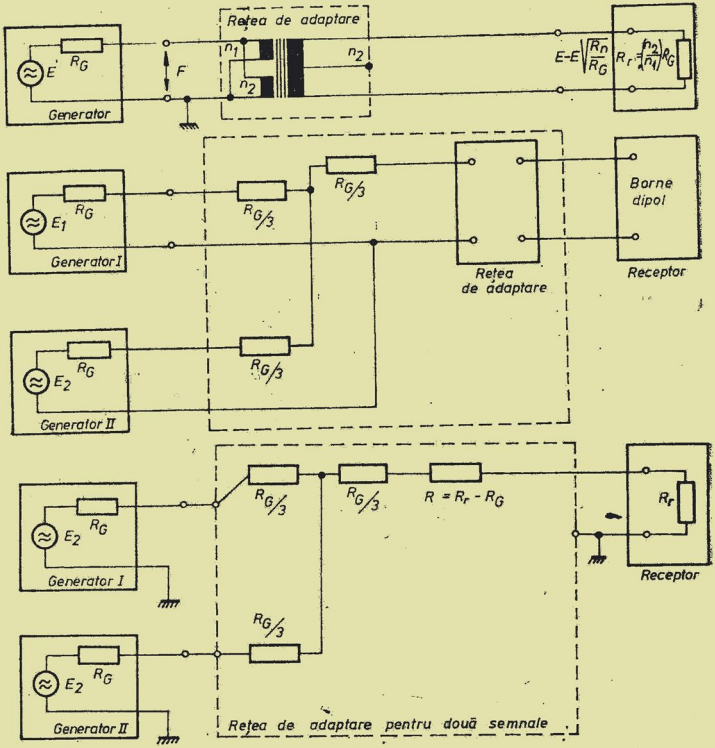


formată din trei spire de cupru (Ø 1 mm) izolate, fiind așezate într-un tub de cupru cu 10—12 mm diametru (fig. 3.6).

Pentru radioreceptoarele cu semnale *MF* generatorul se conectează la radioreceptor prin intermediul unor rețele care asigură adaptarea de impedanțe și simetria necesară (fig. 3.7).

Fig. 3.6. Radioreceptoare cu antene magnetice interioare.

Fig. 3.7. Rețele de adaptare pentru *MF*.



• Nivelul semnalului de intrare depinde de specificul măsurării, de tipul antenei. Pentru exprimarea nivelului în dB se consideră tensiunea de referinţă de 1 mV sau 3,16 mV.

• Gradul de modulaţie normal pentru semnalul *MA* este de 30%, iar pentru semnalul *MF* deviaţia de frecvenţă este de 15 kHz.

• Timpul după care se execută măsurările este de 30 minute din momentul alimentării.

3. MĂSURAREA PRINCIPALELOR PERFORMANŢE ALE RADIORECEPTOARELOR

a. Măsurarea sensibilităţii

Sensibilitatea este tensiunea minimă la intrarea radioreceptorului, exprimată în V_{ef}, pentru care se obţine la ieşire puterea standard, reglajele de volum şi de ton aflîndu-se pe poziţia maximă. Se utilizează schema bloc din figura 3.8, iar pentru măsurarea sensibilităţii limitate de raportul *semnal/zgomot* se foloseşte schema bloc din figura 3.9. La radioreceptoarele cu antenă de ferită se utilizează schema bloc din figura 3.10.

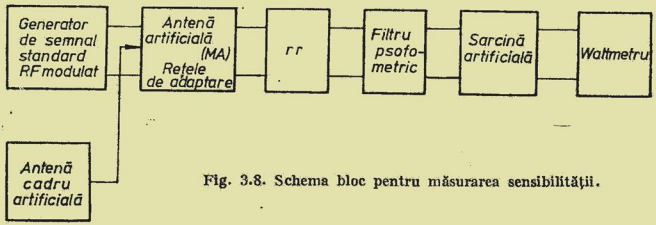


Fig. 3.8. Schema bloc pentru măsurarea sensibilităţii.

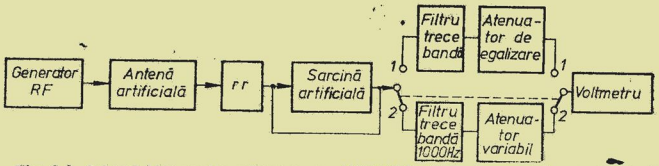


Fig. 3.9. Schemă bloc pentru măsurarea sensibilităţii limitate de raportul *semnal/zgomot*.

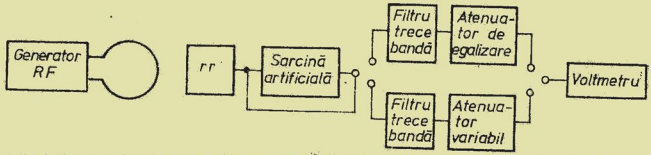


Fig. 3.10. Schema bloc pentru măsurarea sensibilităţii, utilizată în cazul radioreceptoarelor cu antenă de ferită.

Generatorul de radiofrecvență se acordă pe una din frecvențele din tabelul 3.1, avînd $m = 30$ % (*MA*), sau $f = 15$ kHz (*MF*), modulată cu 400 sau 1 000 Hz. Radioreceptorul se acordă pe aceeași frecvență și reglajele sale se fixează pe poziția de maxim. Se variază nivelul semnalului furnizat de generator, pînă ce se citește pe wattmetrul de ieșire puterea standard P_S. Valoarea semnalului, citită pe atenuatorul generatorului, exprimată în mV, μV sau mV/m, este sensibilitatea la acea frecvență.

Pentru măsurarea sensibilității limitate de raportul *semnal/zgomot*, se folosește o metodă de comparare. Pe poziția *1* a comutatorului *K*, atenuatorul variabil, poziționat de 0 dB, reglează semnalul de la ieșirea generatorului de radiofrecvență pentru a se obține la ieșire puterea standard P_S. Se comută *K* pe poziția *2* și se suprimă modulația, citindu-se pe wattmetrul de ieșire puterea corespunzătoare zgomotului P_{zg}. Se revine la poziția *1*, se reface modulația semnalului *RF* și se acționează atenuatorul pînă ce se citește o valoare egală cu P_{zg}. Raportul *semnal/zgomot* este dat de atenuarea introdusă de atenuator.

b. Măsurarea selectivității

Selectivitatea este atenuarea introdusă de un radioreceptor semnalelor cu frecvența diferită cu ± 9 kHz (*MA*) sau ± 300 kHz (*MF*) față de frecvența de acord. Schema bloc utilizată este aceeași ca la măsurarea sensibilității.

Cu precauția de a suprima reglajul automat al amplificării, se măsoară sensibilitatea la una din frecvențele din tabelul 3.1. Păstrînd acordul radioreceptorului pe această frecvență, se modifică frecvența generatorului cu ± 9 kHz față de frecvența de acord (canale adiacente) și se măsoară sensibilitatea la aceste frecvențe.

Raportul dintre valoarea tensiunii citite la frecvența de acord + 9kHz și aceea citită la acord, exprimat în dB, reprezintă selectivitatea față de canalul adiacent superior și, respectiv, inferior.

c. Măsurarea fidelității

Măsurarea fidelității se poate face acustic sau electric, pentru întreg lanțul radioreceptoarelor sau numai pentru *AAF*, conform schemei bloc din figura 3.11. Se acordă generatorul de radiofrecvență pe o frecvență

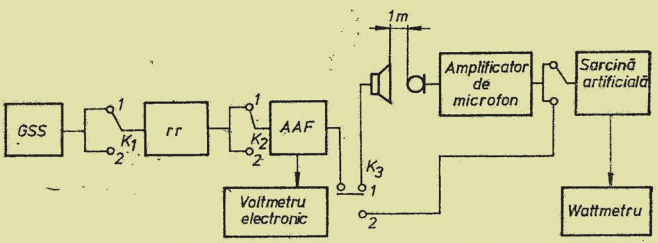


Fig. 3.11. Schemă bloc pentru măsurarea fidelității.

din tabel, cu un nivel de 5 mV (*MA*) sau 0,55 mV (*MF*) pentru impedanța de intrare 75Ω sau 1,1 mV (*MF*) pentru impedanța de intrare de 300 Ω. Se acordă radioreceptorul pe aceeași frecvență, reglajul de volum fiind pe o poziție căreia îi corespunde la ieșire $P = 0{,}1\ P_n$.

Cu nivelul semnalului de intrare păstrat constant, se modifică frecvența de modulație între 30—10 000 Hz și se citesc valorile obținute la ieșire.

Puterea de ieșire raportată la puterea corespunzătoare frecvenței de referință (1 000 Hz), exprimată în dB, este fidelitatea electrică. Conform pozițiilor comutatoarelor din figura 3.11, se pot măsura: fidelitatea întregului lanț de radiofrecvență ($K_1 - 1$, $K_2 - 1$, $K_3 - 2$, $K_4 - 2$), fidelitatea *AAF* ($K_1 - 2$, $K_2 - 2$, $K_3 - 2$, $K_4 - 2$) sau fidelitatea acustică *AAF* ($K_1 - 2$, $K_2 - 2$, $K_3 - 1$, $K_4 - 1$).

d. Măsurarea coeficientului de distorsiuni

Coeficientul de distorsiuni se determină cu ajutorul schemei bloc din figura 3.12. Se acordă generatorul de radiofrecvență și radioreceptorul pe una din frecvențele din tabelul 3.1; se modifică reglajul de volum de la

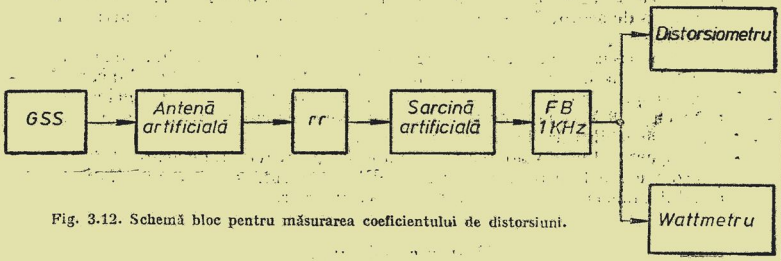


Fig. 3.12. Schemă bloc pentru măsurarea coeficientului de distorsiuni.

minim la P_n, citind pentru fiecare putere măsurată coeficientul de distorsiuni.

Se trasează curba variației coeficientului de distorsiuni în funcție de puterea de ieșire.

Capitolul 4

MĂSURI DE PROTECȚIE A MUNCII PENTRU EXECUTAREA LUCRĂRILOR PRACTICE ÎN LABORATOARELE DE DEPANARE A RADIORECEPTOARELOR

Protecția muncii este o problemă de stat și cuprinde ansamblul normelor de tehnica securității și de igienă a muncii, stabilite științific, care au ca scop asigurarea celor mai bune condiții de muncă, prevenirea accidentelor și a îmbolnăvirilor profesionale, reducerea efortului fizic, precum și asigurarea unor condiții de muncă optime.

Legislația protecției muncii asigură aplicarea normelor și a măsurilor de igienă și de tehnică a securității muncii.

Orice proces de muncă trebuie să aibă în vedere în mod organic aplicarea și respectarea normelor respective de protecție a muncii. Organizatorii procesului de muncă nu trebuie să considere măsurile de protecție a muncii ca un accesoriu al organizării producției, ci trebuie să le prevadă ca o parte integrantă a acesteia, fără de care procesul de muncă nu poate fi conceput.

Pentru însușirea și aplicarea temeinică a măsurilor și normelor de protecție a muncii în condițiile progresului tehnic actual sînt necesare cunoștințe teoretice și practice atît de ordin general, cît și specifice profesiunii respective. Studiul protecției muncii trebuie să înceapă prin cunoașterea temeinică a problemelor generale de bază. După însușirea acestor cunoștințe valabile pentru orice condiții sau locuri de muncă, vor fi abordate problemele și normele de protecție a muncii specifice lucrărilor de depanare a radioreceptoarelor.

A. OBLIGAȚII ȘI RESPONSABILITĂȚI

• **Conducătorul locurilor de muncă pe linie de protecție a muncii** are următoarele sarcini și responsabilități :

— conduce direct sectorul de muncă, asigură asistența tehnică și răspunde pentru realizarea măsurilor de protecție a muncii în vederea evitării accidentelor de muncă în sectorul său de activitate ;

— se îngrijește de buna gospodărire și organizare a sectorului pe care îl conduce, astfel încît să se asigure condiții normale de lucru, fără pericol de accidentare ;

— nu admite începerea lucrului fără asigurarea măsurilor de securitate a muncii, respectiv dotarea și folosirea echipamentului de protecție și de lucru de către muncitori ;

— repartizează raţional personalul de execuţie, distribuindu-le lucrări corespunzătoare, respectînd în acest sens legislaţia în vigoare;

— urmăreşte şi verifică calitatea lucrărilor de revizii şi reparaţii ale maşinilor, utilajelor şi instalaţiilor şi nu permite începerea lucrului dacă acestea sînt necorespunzătoare şi nu asigură deplina securitate a muncii;

— instruieşte periodic personalul, verifică însuşirea şi respectarea de către acesta a normelor de securitate şi igienă a muncii; efectuează obligatoriu instruiri la schimbarea locului de muncă sau la executarea unor lucrări cu pericol ridicat de accidentare. Acolo unde se execută lucrări cu pericol ridicat de accidentare va urmări şi supraveghea permanent desfăşurarea activităţii respective; în cazul pericolului iminent de accidentare, va opri lucrul şi va anunţa imediat pe şeful ierarhic;

— răspunde de afişarea şi întreţinerea instrucţiunilor de lucru şi de protecţie a muncii la toate maşinile şi instalaţiile din sectorul respectiv;

— în cazul producerii unui accident, organizează primul ajutor şi anunţă imediat medicul întreprinderii, conducerea secţiei şi compartimentul *Control—Protecţia Muncii*, asigurînd menţinerea nemodificată a stării de fapt a locului accidentului pînă la sosirea organelor de anchetă;

— acordă asistenţa tehnică necesară executării tuturor lucrărilor, luînd măsuri de instruire a echipelor la fiecare schimb în vederea preîntîmpinării accidentelor de muncă, prin folosirea şi aplicarea celor mai corecte procedee de lucru;

— propune aplicarea de măsuri disciplinare împotriva celor care încalcă normele de protecţie a muncii, de igienă a muncii şi *PSI*;

— nu permite accesul persoanelor străine de sectorul respectiv;

— asigură accesul persoanelor la punctele de lucru şi pentru intervenţii numai în condiţiile respectării totale a normelor de tehnica securităţii muncii şi *PSI*;

— răspunde de menţinerea şi respectarea disciplinei tehnologice, organizatorice şi de protecţie a muncii, scoţînd pe cei care nu corespund din punct de vedere al sănătăţii, vin în stare de ebrietate, oboseală, nu sînt pregătiţi pentru executarea şi manipularea utilajelor respective, nu au calificarea profesională pentru profilul lucrărilor respective sau nu sînt echipaţi cu echipament de protecţie şi de lucru prevăzut în normativ;

— în toate cazurile cînd urmează să se execute o lucrare nouă, asigură instructajul special specific celor care vor executa lucrarea;

— o dată pe săptămînă, la începerea lucrului, efectuează cu personalul instructajul de protecţie a muncii;

— nu admite intervenţia muncitorilor din subordine pentru efectuarea unor reparaţii la utilaje, maşini şi instalaţii.

●**Personalul muncitor care execută lucrări** trebuie să respecte următoarele:

— se va prezenta odihnit, echipat cu echipamentul de protecţie şi de lucru corespunzător; va controla starea sculelor şi dispozitivelor cu care urmează să lucreze, iar în cazul în care acestea nu corespund, va anunţa imediat pe şeful formaţiei de lucru, solicitînd înlocuirea, respectiv repararea acestora; înaintea punerii în funcţiune a utilajelor şi instalaţiilor va verifica starea lor tehnică, comunicînd şefilor ierarhici deficienţele constatate. Este interzis muncitorilor să remedieze defecţiunile la maşinile şi utilajele respective;

— păstrează în perfectă stare apărătorile, dispozitivele de protecție a muncii, precum și toate materialele de agitație și propagandă cu caracter de protecție a muncii;

— nu execută alte operații decît cele prevăzute în tehnologie; nu execută lucrări pentru care nu are calificare și instruire corespunzătoare; respectă disciplina la locul de muncă;

— folosește corect în timpul lucrului echipamentul de protecție, fiind interzisă folosirea acestuia în afara întreprinderii sau înstrăinarea sub orice formă;

— are obligația să curețe echipamentul de lucru;

— nu acceptă executarea unor lucrări pentru care nu este pregătit profesional și instruit pe linie de protecție a muncii și lucrări în afara atribuțiilor sale de serviciu;

— participă la toate instructajele de protecție a muncii, precum și la orice acțiune inițiată în domeniul protecției muncii;

— în caz de accident de muncă, anunță imediat pe șeful ierarhic și acordă primul ajutor;

— aduce la cunoștința șefilor ierarhici orice abatere de la normele de protecție a muncii săvîrșită la locul de muncă;

— nu intră în zonele de restricție sau la locurile de muncă pentru care nu a fost instruit; nu face intervenții la tablourile electrice dacă nu este calificat, chiar dacă acestea nu sînt sub tensiune;

— răspunde de orice acțiune care scoate din funcție și avariază dispozitivele, mașinile, instalațiile de lucru, de protecție a muncii, precum și instrucțiunile afișate la locul de muncă;

— nu părăsește locul de muncă fără știrea șefului formației de lucru;

— menține permanent locul de muncă și utilajele cu care lucrează în perfectă ordine și curățenie.

B. NORME DE PROTECȚIE A MUNCII SPECIFICE LABORATOARELOR

Laboratoarele se vor amplasa în locuri lipsite de praf, zgomot, trepidații și alți agenți nocivi.

La amplasarea laboratoarelor se va ține seama de direcția vînturilor dominante, astfel ca acestea să nu ducă spre laboratoare praful sau gazele emanate de unele ateliere productive

La amplasarea utilajelor, aparatelor și meselor de lucru se vor prevedea spații de trecere de cel puțin 1,2 m lățime.

Se interzice blocarea drumurilor de acces, a culoarelor, prin amplasarea pe ele a utilajelor, aparatelor, meselor sau prin depozitarea de materiale sau obiecte.

Înainte de începerea lucrului se vor verifica aparatele de măsurat și control, cît și etanșeitatea instalațiilor și a recipientelor sub presiune.

Personalul eare lucrează în laboratoarele uzinale va purta obligatoriu echipament de protecție prevăzut de *Normativul republican pentru acordarea echipamentului de protecție și de lucru* în vigoare.

Ușile laboratoarelor se vor deschide spre exterior.

În laboratoare se va asigura iluminatul corespunzător. Pardoselile laboratoarelor se vor placa. Mobilierul de lucru (mese, scaune, rafturi,

dulapuri) va corespunde ca dimensiuni și formă activității desfășurate, asigurînd confortul necesar lucrătorilor respectivi. Mobilierul se va confecționa din materiale care permit o bună întreținere și curățenie. În laboratoare se va asigura o temperatură de minimum 18°C și maximum 24°C. Toate aparatele fixe electrice din laboratoare se vor lega la o instalație de protecție prin legarea la pămînt și la nul. Aparatele electrice se vor conecta la prize cu punere la pămînt prin nul, prin cordon și fișe corespunzătoare. Aparatele de încălzire electrică trebuie să fie așezate pe mese protejate cu materiale refractare și termoizolante. Ele se vor așeza la o distanță minimă de 0,25 m de perete.

Este interzisă conectarea aparatelor cu conductoare cu izolație deteriorată sau fără fișe, cu scurtcircuite interioare sau cu contacte interioare slabe sau defecte.

Legăturile mobile se vor executa pe timpul încercărilor de laborator, încît să asigure circulația personalului în condiții de securitate.

În timpul probelor electrice se vor afișa plăcuțe avertizoare și se va delimita spațiul de acces al personalului care nu are contingență la locul de lucru.

Laboratoarele electrice în care se încearcă tuburi cinescoape vor fi amenajate corespunzător, împotriva exploziei.

La terminarea lucrului, se va verifica dacă toate utilajele electrice au fost deconectate de la rețea.

Mesele de lucru vor fi acoperite obligatoriu cu covor de cauciuc sau alt material electroizolant.

În timpul operațiunilor sub tensiune, personalul va sta obligatoriu pe covoare sau pe grătare corespunzătoare.

Se interzice personalului să lucreze cu mîinile umede.

Reglorii sînt obligați ca la începutul lucrului să verifice dacă mesele sînt alimentate prin stabilizatoare sau transformatoare separate.

Aparatele eliminate prin autotransformator legat la nulul de protecție nu vor fi atinse în timpul probelor electrice.

În timpul reglajului și depanării aparatelor de radio nu se vor atinge punctele calde ale aparatelor; accesul la aceste puncte se va face cu scule izolante.

G. MĂSURI PENTRU EVITAREA ACCIDENTELOR PRIN ELECTROCUTARE

Electrocutarea este accidentul electric cel mai grav la care pot fi expuși muncitorii din toate domeniile de activitate, dacă nu cunosc împrejurările în care pot fi accidentați și dacă nu au instructajul necesar.

● **Electrocutarea se poate produce** *atunci cînd omul atinge simultan două puncte care au între ele o diferență de potențial mai mare de 40 V.* Electrocutările sînt provocate prin *atingere directă* sau prin *atingere indirectă.*

Atingerea directă constă în atingerea elementelor metalice neizolate sau cu izolație defectă ale unei instalații electrice aflate în mod normal sub tensiune. Astfel de situații apar la:

— atingerea a două elemente din care cel puțin unul este în mod normal sub tensiune și nu este izolat sau carcasat;

— deșurubarea cu mîna neizolată a soclului unui bec căruia i s-a desprins balonul; atingerea unor borne sau bare ale tablourilor de distribuție sau a cuțitelor unui întrerupător cu pîrghie fără apărătoare; atingerea unor conductoare neizolate ale unei linii electrice aeriene sau a unui conductor rupt și căzut la pămînt; atingerea electrodului sau a cleștelui de sudură, într-o porțiune neizolată;

— atingerea unor conductoare scoase de sub tensiune, care însă au rămas încărcate cu sarcini electrice datorită capacității lor (de exemplu, condensatoare care nu au fost descărcate după deconectare);

— atingerea unui conductor sau a unei borne într-o instalație în care chiar după întrerupere a rămas închis un contact (dacă întrerupătorul sau separatorul sînt defecte);

— atingerea unor conductoare de joasă tensiune (pentru radioficare, telefon etc.) ale unei rețele în care a pătruns o tensiune înaltă;

— atingerea unui obiect înalt (braț de macara, foreză etc.) intrat sub tensiune datorită apropierii unui conductor aerian de înaltă tensiune;

— folosirea unor unelte sau lămpi portative neprotejate sau defecte, la tensiuni neadmise față de gradul de pericol al locului de muncă (în interiorul silozurilor, al buncărelor metalice, al cazanelor, în locuri de lucru cu pardoseală bună conducătoare de electricitate, cu umiditate sau căldură excesivă, în mediu coroziv etc.).

Atingerea indirectă constă în atingerea unor elemente metalice ale instalațiilor, elemente care nu fac parte din circuitul electric și deci, care în mod normal, nu trebuie să fie sub tensiune, dar care, datorită deteriorării izolației, au intrat accidental sub tensiune.

Electrocutările prin atingeri indirecte se pot produce în următoarele împrejurări:

— atingerea concomitentă a unui obiect intrat accidental sub tensiune (carcase ale utilajelor, cutii metalice ale tablourilor electrice, îngrădiri metalice, elemente de calorifer, stelaje metalice, conducte metalice, stîlpi metalici sau de beton armat etc.) și a pămîntului sau a unui obiect în contact cu pămîntul;

— atingerea concomitentă a carcasei unui utilaj defect neracordat la o instalație de protecție și a unui obiect în contact cu pămîntul, chiar dacă muncitorul este izolat față de pămînt;

— atingerea concomitentă a două utilaje care au două defecțiuni diferite de izolație (pe faze diferite), chiar dacă muncitorul este izolat față de pămînt;

— atingerea concomitentă a carcasei unui utilaj intrat accidental sub tensiune și care nu este legată la pămînt și a carcasei altui utilaj care este legat la pămînt;

— atingerea simultană a două puncte de pe sol sau de pe pardoseală din apropierea unei scurgeri de curent și care se află la potențiale diferite (*tensiune de pas*); astfel de situații sînt posibile în apropierea unei prize de pămînt sau a unui conductor electric neizolat, căzut pe pămînt.

Principalele cauze ale accidentelor prin atingere indirectă sînt următoarele:

— deteriorarea instalației dintre conductor și carcasă sau căderea unui conductor pe carcasa unui utilaj;

— producerea unui arc electric între un element aflat sub tensiune și o carcasă, o îngrădire, un stelaj;

— lipsa sau deteriorarea instalației de protecție (deteriorarea conductelor de legare la pămînt sau la nul, a prizei de pămînt etc.);

— legarea greșită, în aceeași instalație, a unor utilaje la priza de pămînt, iar a altora la conductorul de nul;

— utilizarea unor siguranțe supradimensionate care, în cazul unei deteriorări a izolației, nu separă instalația devenită periculoasă;

— blocarea sau scurtcircuitarea întrerupătoarelor automate, ceea ce împiedică intrarea acestora în funcțiune pentru a deconecta circuitele electrice.

• **Mijloacele de asigurare contra electrocutării la locurile de muncă** sînt:

— *inaccesibilitatea elementelor care fac parte din circuitele electrice* și care se realizează prin:

— amplasarea conductoarelor electrice, chiar izolate, precum și a unor echipamente electrice la înălțime inaccesibilă pentru om. Astfel, normele prevăd ca înălțimea la care se pozează orice fel de conductor electric să fie de 4 m, la traversarea părților carosabile de 6 m, iar acolo unde se manipulează materiale sau piese cu un gabarit mai mare, această înălțime să depășească cu 2—2,5 m gabaritele respective;

— izolarea electrică a conductelor;

— folosirea carcaselor de protecție legate la pămînt;

— îngrădirea cu plase metalice sau cu tăblii perforate, respectîndu-se distanța impusă pînă la elementele sub tensiune;

— *folosirea tensiunilor reduse* (12; 24; 36 V) *pentru lămpile și sculele electrice portative.* Tensiunile reduse (nepericuloase) se întrebuințează la locurile de muncă periculoase și foarte periculoase. Sculele și lămpile portative care funcționează la tensiuni reduse se alimentează de la un transformator coborîtor. Deoarece există pericolul inversării bornelor, este bine ca atît distanța dintre picioruşele fișelor de 12, 24, 36 V, cît și grosimea acestor picioruşe să fie mai mari decît cele ale fișelor obișnuite, de 120, 220 și 380 V, pentru a se evita posibilitatea inversării lor.

• **În toate cazurile, rapiditatea în intervenție și aplicarea primului ajutor este hotărîtoare în reușita acțiunii de reanimare a accidentaților prin electrocutare.**

S-a apreciat că șanse de salvare sînt de 95% dacă primul ajutor se acordă în primul minut după întreruperea respirației, de 50% în primele 4 minute, de 1% la peste 6 minute și nule după 8 minute. Aceasta arată că, în cazul electrocutării, nu trebuie așteptată sosirea personalului medical, ci trebuie efectuată imediat respirația artificială, care — în cazul opririi respirației — poate fi salvatoare.

În primul rînd, accidentatul trebuie scos de sub acțiunea curentului electric, scoțîndu-se de sub tensiune partea de instalație electrică cu care accidentatul se găsește în contact. Cînd efectuarea manevrei de scoatere de sub tensiune nu se poate face suficient de repede, se va proceda imediat la deconectarea forțată a instalației cu mijloace ce se pot improviza, de la caz la caz, însă cu precauțiile necesare pentru ca nu cumva însuși salvatorul să devină, la rîndul său, victima unui accident.

Se taie conductoarele electrice sau se înlătură obiectul metalic sub tensiune care vine în contact cu accidentatul; pentru aceasta se vor utiliza numai unelte cu mînere izolate. Instalațiile aeriene cu conductoare neizolate se pot scoate forțat de sub tensiune prin scurtcircuitarea și

punerea la pămînt. După scurtcircuitarea liniei nu se va atinge cablul sau priza de pămînt.

În cazurile în care respirația victimei s-a oprit (cazul de așa-zisă *moarte aparentă*), după degajarea victimei de sub acțiunea curentului, se începe imediat respirația artificială, chiar la locul accidentului, cu următoarele pregătiri:

— se întinde accidentatul pe un așternut uscat, i se scoate haina, iar dacă accidentatul are răni sau fracturi, se taie hainele, se desfac gulerul și cravata, șireturile de la încălțăminte;

— i se deschide gura și i se scoate limba să nu se sufoce, i se scoate proteza dentară, i se eliberează căile respiratorii superioare de corpurile străine, i se pansează nasul;

— se înlătură persoanele de prisos și se asigură o bună ventilație în jur;

— dacă este posibil, fără a se produce întîrzieri, se aplică sticle cu apă caldă pentru a se încălzi picioarele și corpul accidentatului;

— în cazul aplicării metodelor manuale de respirație artificială (Silvester, Schäffer, Howard-Thomson, König, Holger-Nilsen etc.) se așază accidentatul, după caz, cu fața în sus sau cu fața în jos și se ridică membrele superioare, sau, în cazul că acestea sînt rănite, se apasă toracele într-un anumit ritm, constituind timpii de inspirație și timpii de expirație. Pentru folosirea acestor metode sînt necesare instructaje, pentru ca salvatorii să le aplice corect. Cea mai eficace și mai folosită metodă de respirație artificială este metoda *gură la gură* sau *gură la nas*, care se învață și se aplică ușor.

Metoda *gură la gură* sau *gură la nas* permite să se insufle victimei aerul necesar reanimării sale direct în aparatul respirator. Pentru aceasta se dă capul victimei cît mai mult înapoi spre ceafă. Peste gura accidentatului se așază o batistă sau se folosește o pipă specială. Este indicat a se folosi „batista salvatorului", care este special confecționată, din material plastic, avînd formă dreptunghiulară, iar în mijloc un tub de plastic aplatisat și lung de 2,5 cm, care se introduce între maxilarele accidentatului. Salvatorul se așază cu genunchii lateral față de victimă, trage mult aer în piept și-l suflă în gura accidentatului, într-un ritm de 16—18 ori pe minut dacă inima victimei pulsează, ținîndu-se nările comprimate între degete. După insuflare, salvatorul se îndepărtează de gura accidentatului, lăsînd să se producă respirația.

În cazul încetării bătăilor inimii (stop cardiac), simultan cu respirația artificială se efectuează masajul extern al inimii, cu ajutorul unei alte persoane. Aceasta constă în comprimarea sternului cu palma, comprimări care trebuie să alterneze cu insuflări. Deci, trebuie avut grijă ca insuflarea aerului să nu se facă simultan cu o comprimare.

Indiferent de metoda aplicată, respirația artificială nu se întrerupe nici în timpul transportării victimei la punctul sanitar; ea trebuie continuată pînă cînd victima este în afară de pericol sau pînă cînd este predată organelor sanitare.

Aplicarea respirației artificiale poate dura, uneori, destul de mult (5—6 ore, chiar pînă la 8 ore) și nu se întrerupe decît cînd accidentatul își recapătă respirația normală sau cînd apar semnele caracteristice morții reale, care poate fi constatată numai de către un medic.

D. MĂSURI DE PROTECȚIE A MUNCII SPECIFICE LUCRĂRILOR DE DEPANARE A RADIORECEPTOARELOR

În cazul lucrărilor de depanare a radioreceptoarelor, fără a exista restricții deosebite, trebuie menționate ca obligatorii normele generale de protecție a muncii, printre care menționăm :

— existența unei izolații locale eficiente (covoare de cauciuc) ;

— alimentare de la rețea din prize cu legătură la pămînt, pentru toate aparatele de măsurat care sînt prevăzute cu cordoane de acest tip ;

— utilizarea unor scule și dispozitive în stare perfectă de funcționare (izolări electrice și termice corespunzătoare).

În cazul radioreceptoarelor, se lucrează în general cu tensiuni mici, exceptînd blocul de alimentare de la rețea (220 V), deci nepericuloase, dacă celelalte condiții de protecție sînt îndeplinite.

O mențiune specială trebuie făcută în cazul combinelor, unde tensiuni periculoase pot apărea suplimentar în două cazuri :

— la combinele care posedă receptor *TV* încorporat (unde se aplică toate normele de protecție referitoare la lucrul cu receptoare *TV*) ;

— la amplificatorul de putere al combinelor, unde tensiunea de alimentare a acestui bloc poate ajunge la valori de ⏚ 50 V și chiar mai mult și curenți de ordinul amperilor.

Întrucît în părțile de alimentare (filtrare) și de putere (condensatoarele de ieșire ale amplificatoarelor) se utilizează capacități importante (pînă la zeci de mii de microfarazi) și tensiuni relativ mari (25—50 V), se va evita descărcarea acestora cu obiecte conductoare, acest mod de lucru putînd provoca scîntei periculoase, pe lîngă distrugerea unor componente importante.

La cuplarea unei antene exterioare, se va verifica întîi ca pe conductoarele de coborîre ale acesteia să nu existe tensiuni periculoase, în care caz se va proceda întîi la depanarea și izolarea antenei.

La depanarea radioreceptoarelor se lucrează uzual cu surse de tensiune exterioare (în special la cele portabile). În acest caz, se va verifica cu atenție polaritatea mufelor de interconectare și corespondența între tensiunea înscrisă pe aparat și cea a sursei. Cuplarea cu polaritate inversă a sursei poate duce la explozia unor condensatoare electrolitice din aparat.

În legătură cu utilizarea sculelor și aparatelor de măsurat, trebuie respectate cîteva reguli :

— utilizarea ciocanului de lipit se va face cu atenție, pentru a evita atingerea părților executate din mase plastice (situație frecventă la radioreceptoare și combine), în care caz se pot produce emanații de gaze toxice ;

— nu se vor utiliza decapanți puternici (apă tare, aspirina etc.), care pot produce arsuri, inhalare de gaze toxice și nu în ultimul rînd deteriorarea unor componente din aparat (cu efecte imediate sau în timp) ;

— se vor îndepărta bateriile uzate din aparat, a căror scurgere de electrolit poate provoca leziuni, în special prin atingerea ochilor ;

— nu se vor executa măsurări de tensiuni flotante (fără punct de masă) cu aparate care au unul din cordoane legat la pămînt (sau la masa aparatului de verificat, prin intermediul maselor altor aparate cuplate simultan pe bancul de probă).

Capitolul 5

VERIFICAREA RADIORECEPTOARELOR ŞI LOCALIZAREA DEFECŢIUNILOR ÎN BLOCURILE FUNCŢIONALE

A. METODE DE VERIFICARE A RADIORECEPTOARELOR

În condiţii normale, verificarea şi aprecierea calităţii unui radioreceptor se execută organoleptic de către persoanele specializate, rezultatele obţinute fiind completate cu unele măsurări de performanţe electrice.

Verificările organoleptice, cu tot caracterul lor subiectiv, sînt extrem de utile, deoarece:

— se realizează în condiţii similare cu ale beneficiarului;

— cel care face această verificare este în situaţia beneficiarului şi prin această prismă va judeca ce îl deranjează şi ce nu îl deranjează în funcţionarea pe ansamblu a radioreceptorului (*rr*);

— înlocuirea verificărilor organoleptice cu verificarea cu aparatura specializată necesită o mare varietate a aparaturii de măsurat, iar, datorită costului foarte ridicat al acesteia, nici chiar marile unităţi service nu o pot dobîndi.

Cu cît specializarea depanatorului este mai mare, creşte numărul performanţelor pe care le va verifica organoleptic şi scade numărul celor ce sînt absolut necesare să se facă cu aparatura specifică.

Pentru o mai bună înţelegere a acestor afirmaţii, să luăm două exemple de verificări.

● **Selectivitatea radioreceptorului.** După cum se ştie, aceasta se măsoară într-o cabină ecranată împotriva undelor exterioare, cu un generator de *IF*, cu vernier pentru citirea dezacordului (sau completat cu un frecvenţmetru) şi cu un voltmetru de *AF* montat pe sarcina artificială la ieşirea receptorului.

Un depanator cu experienţă poate foarte uşor aprecia selectivitatea aparatului, observînd cum acesta separă două posturi de radiodifuziune apropiate la circa 9 Hz şi făcînd o comparaţie cu un receptor de aceeaşi clasă sau cu o clasă mai înaltă.

În gama de *UM* se va verifica separarea posturilor de radio Moscova şi Craiova (în jur de 550 m) sau Bucureşti I şi Sofia (în jur de 600 kHz).

Această verificare organoleptică este, în unele cazuri, chiar superioară celei efectuate cu aparatură specializată. Astfel, sînt cazuri cînd unele persoane reclamă proasta selectivitate a aparatului, iar afirmaţia depanatorului că selectivitatea este de 30 sau chiar 40 dB nu-i mulţumeşte şi nu-i lămureşte cu nimic. În schimb, dacă depanatorul va şti să explice că, datorită numeroaselor posturi de emisie, distanţa dintre acestea este mai mică de 9 kHz, iar în unele cazuri posturi diferite sînt pe aceeaşi frecvenţă

și va completa afirmația cu o demonstrație pe un aparat de radio de prestigiu, lucrurile se vor lămuri cu ușurință.

● **Consumul aparatului la alimentarea de la baterii** este o performanță de mare importanță, dar pe care nici un depanator nu o poate face organoleptic, fiindu-i necesar un miliampermetru de c.c.

În afara cunoștințelor teoretice pe care trebuie să le posede depanatorul în vederea verificărilor organoleptice, acesta trebuie să cunoască următoarele particularități și condiții:

— caracteristicile posturilor de radiodifuziune care se pot recepționa în zona respectivă, în gamele de *UL*, *UM*, *UUS*;

— eficacitatea instalației de antenă exterioară pe care o folosește;

— gradul de ecranare pentru undele electromagnetice pe care-l introduce construcția clădirii unde se face verificarea, în cazul că se utilizează antenele proprii ale aparatului (de ferită și telescopică);

— condițiile de propagare a undelor la ora cînd face verificarea, în gamele de *UM* și *US*. Depanatorul trebuie să țină cont că propagarea undelor în gamele de *UL* și *UUS* practic nu este influențată de ora zilei, pe cînd în gama de *UM*, recepția posturilor îndepărtate se îmbunătățește considerabil seara și noaptea. În gama de unde scurte, recepția este bună ziua în benzile de 16, 19, 25 m, iar seara și noaptea în benzile de 31, 41, 49 m;

— la aparatele cu alimentare de la baterii, se utilizează un set nou de baterii sau se efectuează alimentarea la tensiunea nominală dintr-un alimentator exterior de bună calitate (tensiune stabilizată și reglabilă cu un bun filtraj al tensiunii);

— trebuie să aibă la îndemînă un alt receptor cu performanțe cel puțin asemănătoare și într-o stare perfectă de funcționare, pentru a putea fi folosit ca etalon.

Acestea fiind cunoscute și îndeplinite, depanatorul poate trece la verificarea aparatului, organoleptic sau cu instrumente de măsurat acolo unde este absolut necesar.

Depanarea unui radioreceptor defect presupune aducerea acestuia la performanțele inițiale, printr-o muncă metodică și o succesiune de operații logice. Metoda optimă de depanare se consideră aceea care conduce, în timpul cel mai scurt și cu un număr minim de măsurări și verificări, la localizarea defectului pînă la nivelul de componente sau componentă.

Principiul care stă la baza unei metode raționale, cu număr minim de măsurări, constă în împărțirea lanțului de semnal din radioreceptor după sistemul binar. Faptul că într-un radioreceptor etajele sînt dispuse în lanț de semnal (excluzînd etajul oscilator local, blocul de alimentare, eventual circuitele suplimentare ale diverselor automatizări), împărțirea se poate face în două tronsoane. Astfel, localizarea deranjamentelor presupune măsurări de performanțe la un singur tronson. Dacă delimitarea se face la nivelul etajului detector, primul troson include etajele de *IF*, etajul schimbător de frecvență, etajele de *FI* și etajul demodulator (detector), iar al doilea tronson este alcătuit din etajele de *AF*.

Se recomandă ca măsurările să se execute asupra tronsonului de *AF*, care de altfel necesită aparatură de măsurat mai simplă, eventual poate fi verificat pe poziția de picup (*PU*). Continuînd această împărțire pe principiul binar, în două tronsoane pînă la nivelul de etaj, se ajunge la deranjament printr-un număr minim de măsurări. Tronsonul care se

exclude succesiv în procesul de depanare este acela la care performanțele nu sînt afectate.

Practic, se recomandă ca împărțirea să se facă în tronsoane alcătuite din etaje cu caracteristici asemănătoare (*IF*, *AFI*, *AAF*), vizînd în principal utilizarea aceleiași aparaturi și la o nouă împărțire a tronsonului. Metodologia depanării după acest procedeu este rezumată în figura 5.1.

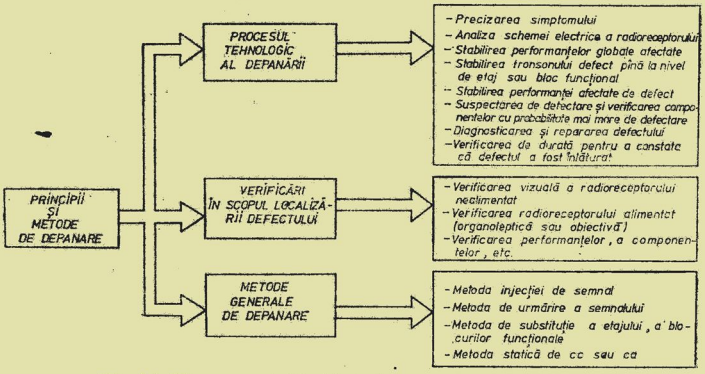

PRINCIPII ȘI METODE DE DEPANARE
PROCESUL TEHNOLOGIC AL DEPANĂRII
VERIFICĂRI ÎN SCOPUL LOCALIZĂRII DEFECTULUI
METODE GENERALE DE DEPANARE
- Precizarea simptomului
- Analiza schemei electrice a radioreceptorului
- Stabilirea performanțelor globale afectate
- Stabilirea tronsonului defect pînă la nivel de etaj sau bloc funcțional
- Stabilirea performanței afectate de defect
- Suspectarea de defectare și verificarea componentelor cu probabilitate mai mare de defectare
- Diagnosticarea și repararea defectului
- Verificarea de durată pentru a constata că defectul a fost înlăturat
- Verificarea vizuală a radioreceptorului neclimentat
- Verificarea radioreceptorului alimentat (organoleptică sau obiectivă)
- Verificarea performanțelor, a componentelor, etc.
- Metoda injecției de semnal
- Metoda de urmărire a semnalului
- Metoda de substituție a etajului, a' blocurilor funcționale
- Metoda statică de cc sau ca

Fig. 5.1. Diagrama metodologică de depanare a radioreceptoarelor.

Din momentul identificării simptomului și pînă la înlăturarea defectului, depanatorul efectuează un anumit număr de operații și măsurări care, optimizate, contribuie la creșterea eficienței procesului de depanare. O latură importantă a acestui proces îl constituie alegerea metodei optime de depanare.

1. METODA INJECȚIEI DE SEMNAL

Metoda constă în aplicarea semnalului în ordinea indicată în figura 5.2., notată cu *1*, *2*, *3* pentru amplificatorul de *AF* și cu *4A*, *5A*, *6A*, *7A* pentru lanțul *MA*, respectiv *4F*, *5F*, *6F*, *7F* pentru lanțul *MF*.

Generatoarele utilizate sînt de *AF*, *FI*, *IF* cu posibilitate de modulație *MA* și *MF*. Nivelul semnalului se reduce treptat cînd se trece de la un etaj superior la altul inferior. Pentru a ușura munca depanatorului, pe figura 5.2 sînt trecute amplificările în dB ale diferitelor etaje, fapt ce permite calcularea valorii tensiunii ce urmează să fie injectată în diferite puncte, apelind la relația:

$$A\,[\mathrm{dB}] = 20 \log \frac{U_{ies}}{U_{in}}. \qquad (5.1)$$

De exemplu, dacă amplificatorul *AF* are o amplificare de 60 dB, rezultă un raport al tensiunilor de 1 000. Puterea de ieșire și rezistența echivalentă a difuzorului fiind cunoscute, se calculează tensiunea la bornele

acestuia. Dacă $P_S = 0{,}05$ W și $R_D = 5\Omega$ rezultă tensiunea în punctul *1* de 0,5 V, iar tensiunea injectată în punctul *2* trebuie să fie $U_2 = 0{,}5/1\,000 = 0{,}0005$ V = 0,5 mV. Generatorul nu se conectează direct, pentru a nu se modifica condițiile de lucru, ci prin intermediul unor condensatoare a căror valoare depinde de etaj și de tipul radioreceptorului.

Injectarea semnalului în circuitul de intrare se face respectînd condițiile de măsurare a sensibilității. Metoda constă în principal în măsurarea performanțelor. Verificarea difuzorului se face auditiv, injectînd semnal *AF* în punctul *1*. Verificarea performanțelor se face obiectiv, conectînd aparatura specifică (wattmetru de ieșire, osciloscop, distorsiometru).

Etajul defect se trădează după modul cum sînt afectate performanțele între două puncte adiacente de injectare a semnalului. Osciloscopul este necesar pentru o informare calitativă rapidă asupra formei semnalului *AF*, a oscilațiilor parazite, a zgomotului și eventual pentru aprecierea coeficientului de distorsiuni armonice.

Observație. Aria de aplicare a metodei de injecție de semnal vizează în special radioreceptoarele cu funcționare cu performanțe reduse și cu funcționare instabilă.

Metoda este greoaie din cauza utilizării unui număr mare de aparate de măsurat și control. În cazuri speciale (depanări la domiciliul clientului), locul generatoarelor de semnal îl ocupă multivibratorul astabil cu frecvența de bază 1 000 Hz. Prezența armonicelor la ieșire îi asigură posibilitatea de conectare în toate etajele radioreceptorului.

2. METODA DE URMĂRIRE A SEMNALULUI (METODA DINAMICĂ)

Metoda se aplică în general radioreceptoarelor cu defecte de nefuncționare, adică acelora la care performanța afectată este sensibilitatea. Principiul metodei constă în aplicarea semnalului la intrarea radioreceptorului, respectînd condițiile impuse la măsurarea sensibilității și urmărirea semnalului din etaj în etaj (din tronson în tronson) cu urmăritorul de semnal, voltmetrul electronic sau osciloscopul.

Ordinea de urmărire a semnalului este de la intrarea radioreceptorului către difuzor, numerotată cu *1A*, *2A*, *3A*, *4A* pentru lanțul *MA*, *1F*, *2F*, *3F*, *4F* pentru lanțul *MF* și *5*, *6*, *7* pentru etajele de *AF* (fig. 5.2). Modificările suferite de semnal, ca amplitudine (nivel) și formă, între două puncte adiacente, constituie indicii că etajul (blocul funcțional) conține defectul.

Utilizarea voltmetrului electronic în procesul de urmărire a semnalului reclamă folosirea relației (5.1) după exemplul dat la metoda injecției de semnal.

Utilizarea urmăritorului de semnal este avantajoasă în cazul lanțului *MA*, inclusiv *AAF*. Dificultățile de utilizare intervin în etajele *IF*, *FI* din lanțul *MF*, din cauza detectorului de raport care nu poate funcționa satisfăcător la frecvențe purtătoare diferite.

Observație. Din cele prezentate rezultă că această metodă este mai operativă (rapidă) și necesită un număr minim de aparate de măsurat. Metoda este aplicată și la reparațiile la domiciliu, unde în locul generatorului standard se poate utiliza multivibratorul astabil sau semnalul postului local, prin intermediul unei antene normale.

3. METODA SUBSTITUȚIEI ETAJELOR, A BLOCURILOR FUNCȚIONALE ȘI A CIRCUITELOR INTEGRATE

Această metodă constă în înlocuirea etajelor, eventual a blocurilor funcționale, cu etaje sau blocuri de control. Metoda este aplicabilă cu precădere în reparațiile pe teren. Realizarea radioreceptoarelor sub formă de blocuri funcționale (module funcționale), iar în ultimul timp cu circuite integrate, aduce în actualitate această metodă.

Pentru aplicarea ei sînt necesare etaje de control cu posibilități de conectare la radioreceptor. La conectare se are în vedere ca intrările în etajul sau blocul funcțional de control să fie cît mai aproape de etajul sau blocul supus verificării. Se evită astfel reacțiile parazite dintre circuite și dintre elementele de circuit. Este preferabil ca etajele, respectiv blocurile funcționale, să fie realizate pe plăcuțe de cablaj imprimat. Dacă se înlocuiește circuitul integrat și acesta are funcțiuni în lanțul *IF* se impune verificarea performanțelor principale, deoarece se poate întîmpla ca acordul și alinierea să sufere modificări. În acest caz, se va proceda la o reacordare a circuitelor.

B. PARAMETRII MINIMALI AI RADIORECEPTOARELOR CARE SE VERIFICĂ ÎN VEDEREA STABILIRII CALITĂȚII ACESTORA

1. CAPETELE GAMELOR DE UNDĂ

Verificarea se poate face:

— *direct*, recepționînd posturile la capetele din fiecare gamă și comparîndu-le cu cele recepționate de receptorul etalon;

— *indirect*, prin recepționarea a 3—4 posturi în fiecare gamă și comparînd frecvența emițătoarelor cu frecvența înscrisă pe scara aparatului. Dacă aceste frecvențe corespund chiar cu o mică toleranță, atunci și capetele gamelor vor fi corecte.

2. SENSIBILITĂȚILE MAXIME ALE APARATULUI

Se vor verifica prin recepționare pe o gamă a unor posturi de radio mai îndepărtate, la mai multe frecvențe ale gamei, în vederea stabilirii corectitudinii alinierii circuitelor și pe toate gamele. Se va ține cont de toate precizările făcute mai înainte.

În gama de *UUS*, deoarece propagarea nu depășește circa 60—100 km în condiții normale, verificarea se va face pe posturile locale.

3. SELECTIVITATEA APARATULUI

Se verifică pentru gamele cu modulație de amplitudine în gama de *UM*. Se va observa modul cum radioreceptorul separă două posturi vecine, la o distanță de circa 9 kHz.

4. EFICACITATEA RAA

Conform standardului de performanțe existent în țara noastră, aparatele de clasă inferioară trebuie să aibă o eficacitate a *RAA* de minimum 30 dB. Aceasta înseamnă că orice aparat, la o distanță mai mare de 10 km de emițător, nu trebuie să prezinte distorsiuni cînd recepționăm posturile locale, la un nivel mic sau mediu al audiției.

În cazul cînd se vor observa distorsiuni pe un post local, iar la o ușoară dezacordare de pe acest post, precum și pe posturile mai îndepărtate distorsiunile dispar, se poate afirma cu precizie că sistemul de *RAA* este defect (eficacitate necorespunzătoare).

5. PUTEREA AUDIO MAXIMĂ LA UN FACTOR DE DISTORSIUNI DE 10%

Poate fi apreciată ca puterea electrică introdusă în difuzor, la care distorsiunile sînt la limită supărătoare.

În cazul cînd puterea aparatului de verificat diferă mult față de cea a receptorului etalon, aceasta se poate determina prin măsurarea cu un voltmetru de curent alternativ a valorii medii a tensiunii la bornele difuzorului.

Puterea se va calcula cu formula $P[W] = \frac{U^2}{R}$ unde R este valoarea rezistenței difuzorului înscrisă pe acesta.

6. FIDELITATEA APARATULUI

Constatarea modului în care aparatul reproduce cu fidelitate sunetele se face prin ascultarea cu atenție a radioreceptorului la un nivel mediu al puterii sonore și concentrîndu-se atenția la modul în care acesta reproduce frecvențele joase (basii) și frecvențele înalte la o melodie de muzică ușoară.

La aparatele de radio portabile și în special la cele de buzunar, datorită diametrului mic al membranei difuzorului, nici nu se pune problema reproducerii frecvențelor joase. Mai mult, chiar din proiectare, la aceste aparate se taie frecvențele joase pentru ca difuzorul să nu prezinte fenomenul de „înecare" cînd apar aceste frecvențe.

La frecvențele înalte trebuie ținut cont că, în gamele de modulație de amplitudine, frecvențele maxime ale sunetelor chiar din transmisiune nu depășesc 4 500 Hz, iar cu cît selectivitatea aparatului este mai bună, acestea sînt reduse și mai mult.

În gama de *UUS*, cu modulație de frecvență, frecvențele înalte de modulație ale emițătorului ajung la 15 kHz și ca urmare și radioreceptorul trebuie să le reproducă cît mai bine.

7. BRUMUL REZIDUAL DE REȚEA

Este brumul care se aude în difuzor ca un sunet permanent și supărător, cu o frecvență joasă (50 Hz sau 100 Hz). Acesta se verifică la aparatele alimentate de la rețea și cu potențiometrul de volum la minim. În această situație, depanatorul fiind la o distanță de 1—2 m de difuzor, într-o încăpere liniștită, nu trebuie să audă acest zgomot, ceea ce corespunde la o valoare a brumului sub 5 mV, valoare acceptată la toate aparatele obișnuite.

8. BRUMUL DE MODULAȚIE

Este brumul care apare numai în prezența posturilor puternice, și se aude mai pregnant în pauzele programului.

Nici acest tip de brum nu trebuie să se audă la o distanță de 1—2 m de difuzor, cînd ascultăm aparatul la o putere medie și intervin pauze în program.

9. REGLAJUL VOLUMULUI SONOR

Se va observa ca reglajul volumului sonor să poată fi făcut lin (nu în salturi), începînd de la nivelul zero pînă la maxim. Trebuie observat cu atenție în special cum se reglează volumul la puteri mici. De asemenea, în timpul reglajului, nu trebuie să apară diverși paraziți în difuzor.

Se va observa ca în gamele cu modulație de amplitudine, pe posturile locale, puterea maximă nedistorsionată să fie obținută la circa 75% din cursa potențiometrului și nu mult mai jos.

10. FUNCȚIONAREA APARATELOR PE EMISIUNI STEREOFONICE

Recepționînd o emisiune stereofonică din gama *UUS*, trebuie să se prindă indicatorul de avertizare „stereo", precum și să se simtă separarea canalelor. Este bine să se facă această verificare, la începerea unei emisiuni radio cu caracter stereo, întrucît stația emite alternativ semnale diferite pe cele două canale, observîndu-se în acest caz și gradul de separație a canalelor.

Trebuie ținut cont că, în cazul cînd postul care emite stereo este îndepărtat sau eficacitatea antenei este slabă, există posibilitatea ca, la semnale slabe, comutatorul electronic pentru modul „stereo" din circuitul integrat să nu se deschidă și emisiunea să fie recepționată monofonic.

Tot în acest caz, cînd semnalul este cu puțin mai puternic, emisiunea se poate recepționa stereofonic, dar cu un raport *semnal/zgomot* slab, auzindu-se în difuzor un „șfîrîit" supărător. În acest caz, comutînd aparatul pe modul „mono" șfîrîitul va dispărea.

În aceste două cazuri, nu se va acuza o defecțiune în radioreceptor, singurul vinovat fiind semnalul prea slab la intrare.

11. CONSUMUL ÎN GOL (FĂRĂ SEMNAL) AL APARATELOR ALIMENTATE DE LA BATERII

Reprezintă o caracteristică importantă a acestor aparate, întrucît de această performanță depinde durata de utilizare a bateriilor.

Verificarea se realizează cu ajutorul unui miliampermetru de curent continuu, înseriat cu bateriile. În timpul măsurării, volumul aparatului se reglează la minim. Valoarea curentului indicată de instrument trebuie să fie inferioară celei date în prospectul radioreceptorului.

Valorile tipice ale consumului sînt în general:

— la aparate de buzunar cu alimentare de la 9V, mai mic decît 10 mA;

— la aparate de buzunar cu alimentare de la 3 V (4,5 V), mai mic decît 20 mA;

— la aparate portabile, mai mic decît 30 mA.

12. FUNCȚIONAREA LA ȘOCURI MECANICE

Are ca scop depistarea unor contacte sau lipituri imperfecte.

Verificarea se face prin bătăi ușoare cu palma sau pumnul în carcasa aparatului. Volumul aparatului va fi reglat la maxim, iar radioreceptorul va fi acordat pe una din game, între posturi.

În timpul șocurilor nu trebuie să apară paraziți.

C. DEFECTELE RADIORECEPTOARELOR ȘI LOCALIZAREA LOR LA NIVELUL BLOCURILOR FUNCȚIONALE

În cele ce urmează se vor prezenta în sinteză principalele defecte ale radioreceptoarelor, în funcție de efectele pe care acestea le au asupra performanțelor electrice descrise în aliniatul precedent.

La tratarea defectelor s-au avut în vedere următoarele considerente:

— *cum se manifestă defectul?*

— *ce performanțe ale radioreceptorului sînt afectate?*

— *care sînt principalele blocuri funcționale posibil defecte?*

— *metoda de localizare a defectului la nivelul unui bloc funcțional, precum și aparatura de măsurat și control necesară.*

1. LIPSA TOTALĂ A AUDIȚIEI. ÎN DIFUZOR NU SE AUDE NICI UN ZGOMOT

În această situație se pot întîlni două cazuri.

● **Siguranțele din blocul de alimentare se ard la pornire.** Cauzele defectării sînt:

— bloc de alimentare defect;

— etajul final din *AAF* defect.

În vederea localizării defectului se deconectează alimentarea etajului final și se verifică dacă se mai ard siguranțele.

● **Siguranțele sînt bune.** Cauzele defectării sînt:

— difuzor întrerupt;

— etajele *AAF* defecte;

— bloc de alimentare defect.

Localizarea defectului se face, în acest caz, astfel :
— se verifică difuzorul cu ohmmetrul ;
— se măsoară tensiunea la ieşirea blocului de alimentare ;
— se măsoară tensiunile de polarizare din *AAF*.

2. LIPSA AUDIŢIEI ÎN DIFUZOR SE AUDE UN ZGOMOT LA PORNIREA APARATULUI

Cauza principală a defecţiunii se localizează în etajele *AAF*.

3. LIPSA AUDIŢIEI ÎN DIFUZOR SE AUD PARAZIŢI LA COMUTAREA GAMELOR DE UNDĂ

Cauzele apariţiei acestui simptom pot fi localizate în :
— mixer (schimbător de frecvenţă) ;
— oscilator local ;
— comutator de game.

Pentru localizarea defectului, cu ajutorul unui generator de semnal, se injectează semnal cu frecvenţa egală cu frecvenţa intermediară a aparatului, la intrarea în etajul mixer (baza tranzistorului).

Dacă apare semnal în difuzor, înseamnă că toată calea de semnal este bună şi defectul se va căuta în oscilatorul local sau în comutatorul de game.

În lipsa unui generator de semnal, se va atinge cu şurubelniţa intrarea mixerului. Dacă în difuzor se vor auzi paraziţi, se poate spune cu o bună aproximaţie că toată calea de semnal este perfectă. Această ultimă soluţie se va evita la radioreceptoarele echipate cu circuite integrate în etajele de *FI* şi *IF*.

4. RADIORECEPTORUL NU FUNCŢIONEAZĂ ÎN GAMA UUS (MF). ÎN GAMELE MA FUNCŢIONAREA ESTE NORMALĂ

Simptomul se poate manifesta ca urmare a apariţiei unei defecţiuni în
— blocul *UUS* (*AIF*, mixer, oscilator local) ;
— etajele *AFI — MF* ;
— etajul detector *MF* ;
— comutatorul de game.

Localizarea defectului se face cu ajutorul generatorului de semnal (sau prin atingerea cu şurubelniţa). Se injectează semnal *FI — MF* (10,7 MHz) modulat cu 1 kHz, începînd cu intrarea în detectorul *MF* pînă la intrarea mixerului din blocul *UUS*.

Dacă toate aceste etaje funcţionează, rămîne de stabilit dacă defectul provine din amplificatorul de înaltă frecvenţă sau din oscilatorul local. În acest caz, metoda cea mai simplă este de a aplica antena exterioară (printr-un condensator de 10 nF) la ieşirea amplificatorului de înaltă frecvenţă (colectorul tranzistorului). Dacă în acest caz, rotind butonul de acord, se vor auzi posturile de radiodifuziune mai puternice, rezultă cu precizie că amplificatorul de înaltă frecvenţă este defect. În cazul cînd nu se prinde nici un post, defectul provine din oscilatorul local.

5. RADIORECEPTORUL NU FUNCȚIONEAZĂ ÎN GAMELE MA. ÎN GAMA UUS FUNCȚIONEAZĂ NORMAL

Cauzele defectării se pot localiza în etajele:
— detectorul *MA*;
— *AFI* — *MA*;
— mixer — *MA*;
— oscilatorul local — *MA*;
— comutatorul de game.

Cu ajutorul generatorului de semnal se va depista dacă în calea de semnal, începînd cu detectorul spre intrare (mixer), există o întrerupere.

Dacă acestea funcționează, se va verifica oscilatorul local și comutatorul de game.

6. RADIORECEPTORUL NU FUNCȚIONEAZĂ PE UNELE GAME MA

Întrucît pe cel puțin o gamă *MA* funcționează, cauzele posibile pot fi:
— comutatorul de game;
— bobinele din circuitul de intrare sau de la oscilator întrerupte.

Depistarea defectului se poate face la rece, cu ohmmetrul.

7. AUDIȚIE REDUSĂ. RADIORECEPTORUL FUNCȚIONEAZĂ PE TOATE GAMELE DE UNDĂ, RECEPȚIONÎND ȘI POSTURI MAI ÎNDEPĂRTATE

Cauzele defecțiunii pot fi următoarele:
— etajele *AAF* au o amplificare redusă;
— blocul de alimentare furnizează o tensiune redusă.

Localizarea defectului se face cu voltmetrul, prin măsurarea tensiunilor.

8. AUDIȚIE NORMALĂ SAU REDUSĂ. APARATUL NU RECEPȚIONEAZĂ POSTURI MAI ÎNDEPĂRTATE

Rezultă că aparatul are o sensibilitate redusă, cauzele putînd fi:
— unul din etajele *AFI* defect sau dezacordat;
— mixerul defect;
— circuitele de intrare defecte sau dezacordate;
— circuitele de oscilator dezacordate.

Localizarea defectului se face astfel:
— se reglează circuitele din *AFI*, conform metodei indicate la capitolul 7;
— se verifică și se reglează circuitele de intrare și oscilatorul;
— se măsoară tensiunile de polarizare din *AFI* și mixer.

9. SUNETUL ESTE ÎNSOȚIT DE DISTORSIUNI LA PUTERE MICĂ ȘI NORMALĂ

Pentru acest simptom, cauzele pot fi:
— difuzor blocat sau descentrat;
— blocul *AAF* defect.

Localizarea defectului se face în succesiunea următoare :

— se verifică funcționarea difuzorului pe alt aparat sau a etajelor *AAF* pe un difuzor exterior ;

— se verifică *AAF* prin măsurarea polarizărilor ;

— se reglează curentul de repaus în etajul final.

10. SUNETUL ESTE ÎNSOȚIT DE DISTORSIUNI CÎND SE RECEPȚIONEAZĂ UN POST LOCAL. PE POSTURI MAI ÎNDEPĂRTATE NU APAR DISTORSIUNI

În această situație, pot fi suspecte :

— etajele de *RAA* ;

— etajele *AFI*.

Pentru localizarea defectului se procedează astfel :

— se verifică polarizările (și se reglează cînd există un element reglabil) din *AFI* ;

— se depanează etajele de *RAA*.

11. AUDIȚIA ESTE ÎNSOȚITĂ DE BRUM GENERAL

Cauzele se pot localiza în :

— blocul de alimentare ;

— circuitele de intrare în *AAF*.

Pentru localizarea defecțiunii se procedează astfel :

— se verifică tensiunea la ieșirea blocului de alimentare. Dacă aceasta este mai mare, înseamnă că tranzistorul din stabilizatorul de tensiune este defect ;

— se verifică prin înlocuire condensatoarele de filtraj și puntea redresoare ;

— se verifică punerea la masă a cablurilor blindate din circuitele de intrare ale *AAF*.

12. AUDIȚIA ESTE ÎNSOȚITĂ DE BRUM NUMAI PE POSTURI LOCALE

În acest caz se spune că aparatul prezintă *brum de modelație*.

Cauzele apariției simptomului pot fi :

— tensiunea de alimentare pentru etajele *AFI* este slab filtrată ;

— lipsa sau întreruperea condensatoarelor conectate în paralel cu diodele redresoare ale blocului de alimentare ;

— lipsa punerii la masă a mantalei transformatorului de rețea.

Pentru localizarea defectului se procedează astfel :

— se verifică, prin înlocuire, condensatorul de filtraj al tensiunii de alimentare din *AFI* ;

— se verifică, prin înlocuire, condensatoarele conectate în paralel pe diodele redresoare.

Atenție ! Este obligatoriu să se monteze pe toate diodele redresoare cîte un condensator de 10—100 nF, chiar dacă din fabrică acestea nu există (este cazul unor aparate străine).

13. AUDIȚIA ESTE ÎNSOȚITĂ DE FLUIERĂTURI SAU ZGOMOTE PARAZITE (OSCILAȚII)

Pot apărea două categorii de defecte.

● **Oscilații care apar cu volumul sonor spre maxim,** cauzele fiind :
— un filtraj insuficient al tensiunii de alimentare a etajului final ;
— legături de masă defectuoase sau întrerupte.
Localizarea defectului se face astfel :
— se verifică, prin înlocuire, toate condensatoarele de filtraj și decuplare ale *AFI* ;
— se verifică legăturile de masă, în special în zona etajului final.

● **Oscilații care nu depind de poziția reglajului volumului sonor,** cu diverse manifestări :
— oscilații (fluierături) în jurul fiecărui post recepționat ;
— oscilații care apar numai la unele frecvențe fixe (de exemplu fluierăturile la 910 kHz, adică dublul frecvenței intermediare *MA* de 455 kHz) ;
— oscilații pe *UM* la poziția *închis* a condensatorului variabil.
Cauzele acestor fenomene sînt următoarele :
— creșterea amplificării etajelor *AFI* sau mixerului ;
— întreruperea condensatoarelor de decuplare a tensiunii de alimentare din *AFI* sau mixer ;
— legături de masă întrerupte.
Pentru localizarea defecțiunii sînt necesare operațiile :
— se măsoară polarizările tranzistoarelor din etajele *AFI* și mixer ;
— se verifică prin înlocuire toate condensatoarele de decuplare din etajele *AFI* și mixer ;
— se verifică legăturile de masă dintre condensatorul variabil și mixer, precum și dintre etajele *AFI* ;
— se verifică condensatoarele de filtraj ale detectorului precum și cele din circuitele de *RAA*.

14. ÎNTRERUPERI FOARTE SCURTE LA ȘOCURI MECANICE

Reprezintă unul din cele mai dificile defecte de localizat, întrucît defectul apare doar la șoc mecanic și nu poate fi depistat prin verificări cu aparatura de măsurat.
Dintre cauzele apariției acestui defect se pot cita :
— lipituri imperfecte ;
— o piesă cu un contact imperfect în interiorul ei.
Localizarea defecțiunii se va face astfel :
— se va încerca, cu foarte mare atenție, depistarea zonei din aparat mai sensibilă la șocuri mecanice, prin bătăi cît mai ușoare ;
— se vor reface lipiturile din această zonă ;
— se vor înlocui succesiv toate piesele din această zonă.

Capitolul 6

ETAJE DE RADIOFRECVENȚĂ

Prin etajele de radiofrecvență ale radioreceptoarelor se înțeleg acele etaje din schema bloc cuprinse între antenă și *AFI*. Pentru gama de *UUS* (*MF*), aceste etaje sînt complet separate de cele de *MA*, cu o schemă electrică specifică frecvențelor ridicate și constituie o unitate constructivă separată, numită *blocul de UUS*.

În funcție de performanțele care se cer diverselor tipuri de radioreceptoare, putem întîlni mai des următoarele variante ale schemelor bloc ale etajelor de radiofrecvență pe *MA* (fig. 6.1) și pentru cele de *MF* (fig. 6.2).

A. PROBLEME SPECIFICE ETAJELOR RF, MA ȘI MF

1. CIRCUITELE DE INTRARE ALE RADIORECEPTOARELOR

ÎNTREBARE. Care sînt funcțiile principale pe care trebuie să le îndeplinească circuitul de intrare?

RĂSPUNS. Principalele funcții sînt:

— transferul maxim de semnal de la antenă la intrarea primului tranzistor;

— o atenuare cît mai mare a semnalelor perturbatoare cu frecvența egală cu $f_{imagine}$ și $f_{intermediară}$;

— îmbunătățirea selectivității totale a aparatului, fără a afecta însă banda de audiofrecvență.

ÎNTREBARE. Cum se clasifică circuitele de intrare?

RĂSPUNS. Circuitele de intrare se împart în două mari categorii:

— *circuite de intrare de bandă largă și acord fix pe frecvență mediană a gamei*; se utilizează mai des în blocul de *UUS;*

— *circuite de intrare cu acord variabil în toată gama recepționată*; se utilizează în toate gamele *MA*.

ÎNTREBARE. Care sînt principalele moduri de realizare a acordului variabil?

RĂSPUNS. În principal se utilizează următoarele moduri de acord variabil:

— *cu condensator variabil:* cel mai frecvent utilizat;

— *cu bobină cu inductanță variabilă (variometru)* : se folosește uneori în blocul *UUS* și aproape fără excepții în receptoarele auto ;

— *cu diode varicap* : se folosește frecvent în blocurile *UUS* și mai recent și în circuitele *RF—MA*.

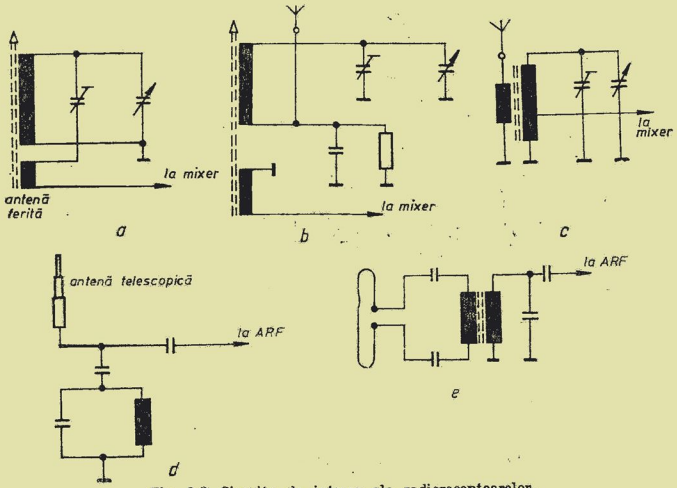


Fig. 6.3. Circuite de intrare ale radioreceptoarelor.

ÎNTREBARE. Care sînt principalele tipuri de circuite de intrare?

RĂSPUNS. În funcție de antena folosită (exterioară, de ferită, sau telescopică) se întîlnesc mai frecvent următoarele tipuri, prezentate în figura 6.3 :

a — circuitul clasic utilizat pentru antena de ferită în gamele *UL*, *UM* și uneori *US* (banda 25 m — 49 m) ;

b — circuitul de intrare utilizat în gamele de *UM* și *UL* cu antena interioară de ferită și cu posibilitatea cuplării și a unei antene exterioare ;

c — circuitul clasic utilizat în toate gamele *MA* în cazul unei antene exterioare ;

d, *e* — circuitele de intrare din blocul *UUS*, cu acord fix.

2. PERFORMANȚELE RADIORECEPTORULUI ÎN FUNCȚIE DE SCHEMA BLOC A ETAJELOR RF

ÎNTREBARE. Care sînt criteriile de alegere a schemelor bloc prezentate în figurile 6.1 și 6.2?

RĂSPUNS. Schema din figura 6.1, *a* reprezintă soluția cea mai des folosită la radioreceptoarele de clasă *popular* și *medie* pentru gamele de *UL* și *UM*. În cazul cînd se utilizează și pentru gama de *US*, datorită diferenței

relativ mici între frecvența semnalului și cea a oscilatorului (2—8%), prin admitanța y_{11} a tranzistorului, tensiunea oscilatorului apare în circuitul de intrare și determină un efect de „tîrîre" a frecvenței semnalului, atunci cînd se aliniază circuitele, precum și influența puternică a capacității antenei asupra frecvenței postului recepționat (de exemplu, prin apropierea mîinii de antena telescopică, se pot prinde 2—3 posturi de *US*, ca și cum am fi învîrtit din condensatorul variabil).

Schema din figura 6.1, *b* se utilizează în special la aparatele cu game *US* în vederea reducerii influenței reciproce dintre circuitul de oscilator și cel de intrare.

Schema din figura 6.1, *c*, unde apare în plus un etaj *ARF* se utilizează la aparatele de clasă superioară în toate gamele *MA*, avînd următoarele avantaje:

— îmbunătățirea atenuării pe $f_{imagine}$ și $f_{intermediară}$, datorită circuitului suplimentar acordat pe semnal;
— îmbunătățirea sensibilității;
— creșterea raportului *semnal/zgomot*;
— creșterea eficacității sistemului *RAA*;
— atenuarea pătrunderii tensiunii de oscilator în antenă.

Schema din figura 6.2,*a* se utilizează în gama de *UUS* la majoritatea aparatelor cu performanțe medii.

Schema din figura 6.2,*b* se utilizează, de asemenea, în gama *UUS* la aparatele de clasă superioară (avînd avantajele schemei din figura 6.1, *c* pentru *MA*), folosindu-se pentru acord, de cele mai multe ori, diode varicap.

3. SCHIMBĂTORUL DE FRECVENȚĂ

ÎNTREBARE. Ce se înțelege prin *schimbător de frecvență*?

RĂSPUNS. Prin **schimbător de frecvență** se înțeleg *etajele* (*etajul*) *care fac transformarea spectrului semnalului recepționat într-un spectru de frecvență intermediară*. Conform schemelor bloc din figurile 6.1 și 6.2, schimbătorul de frecvență poate fi realizat din etajele mixer și oscilator, separate sau reunite într-un singur etaj, numit *mixer autooscilant*.

În marea majoritate a cazurilor, valoarea frecvenței intermediare este $f_i = f_h - f_s$, unde f_h este frecvența oscilatorului și f_s frecvența semnalului.

ÎNTREBARE. Ce se înțelege prin *interferențe* și care sînt cauzele apariției lor?

RĂSPUNS. Se spune că avem **interferențe** în cazul cînd, recepționînd un post de radio, apare suprapus peste acesta o fluierătură de o tonalitate înaltă, ca urmare a pătrunderii concomitente în etajele de frecvență intermediară a unui alt post radio. Rotind lent acordul, frecvența fluierăturii se schimbă.

Interferențele sînt inevitabile în schema tip superheterodină și tot ce se poate face este ca, prin îmbunătățirea schemei, acestea să fie atenuate cît mai mult.

ÎNTREBARE. Care sînt principalele interferențe care pot apărea la receptoarele tip superheterodină?

RĂSPUNS. Principalele cazuri cînd apar interferențele sînt:
— cînd avem o emisiune radio pe frecvența imagine a postului:

$$f_{imag} = f_s + 2f_i;$$

— cînd pe o frecvență egală cu frecvența intermediară a aparatului, emite local o stație. Din acest motiv, în toate țările, valorile frecvențelor intermediare ale receptoarelor sînt standardizate și interzise ca frecvență de emisie. În țara noastră, valoarea impusă pentru frecvența intermediară în gamele de undă cu *MA* este de 455 kHz, iar pe gamele cu *MF* de 10,7MHz;

— cînd o armonică a frecvenței purtătoare a unei stații locale coincide cu frecvența intermediară. Astfel, postul emițător pe *UL* (*Bod*), cu $f = 155$ kHz, va produce interferențe, dacă radioreceptorul are $f_i = 3 \cdot 155 = 465$ kHz;

— cînd armonicele frecvenței intermediare care apar în procesul de detecție, sînt radiate de circuitele detectorului și captate de circuitele de intrare. Din acest motiv, radioreceptoarele la care detectorul nu este ecranat în totalitate, pe frecvența semnalului $2 \cdot 455$ kHz = 910 kHz prezintă o fluierătură;

— cînd oscilatorul, datorită gradului de reacție pozitivă prea mare, generează o serie mare de armonici și care, în combinație cu posturi emițătoare pe frecvențe mult mai mari ca ale semnalului dorit, dau valoarea frecvenței intermediare.

Aceste interferențe se pun în evidență în gama de *UM*, cînd printre posturile normale gamei vom auzi și posturi din gama de *US*.

Atenuarea acestor interferențe se obține prin reducerea curentului prin tranzistorul oscilator, sau prin amortizarea bobinei circuitului oscilator cu o rezistență de 50—100 kΩ.

ÎNTREBARE. Ce tipuri de oscilatoare se utilizează în mod curent în radioreceptoare?

RĂSPUNS. Tipurile de oscilatoare utilizate depind atît de clasa radioreceptorului, cît și de gamele de frecvență recepționate.

În gama de *UUS* se utilizează montajul de tip *Colpitts*. Privind cu atenție schema combinei muzicale *Stereoson*, prezentată în planșa 2, montajul oscilator echipat cu tranzistorul T_{102} se poate reduce la schema clasică tip *Colpitts*, ca în figura 6.4.

În gamele de *UL* și *UM*, se utilizează, de regulă, schema de schimbător de frecvență (mixer) autooscilant, utilizată de asemenea la combina muzicală *Stereoson* și prezentată simplificat în figura 6.5.

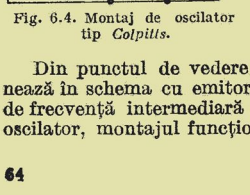


Fig. 6.4. Montaj de oscilator tip *Colpitts*.

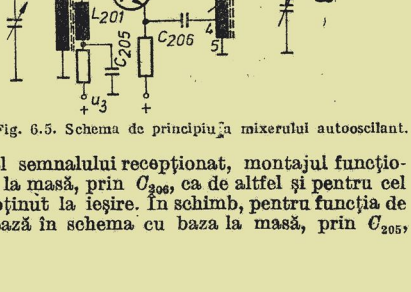


Fig. 6.5. Schema de principiu a mixerului autooscilant.

Din punctul de vedere al semnalului recepționat, montajul funcționează în schema cu emitorul la masă, prin C_{206}, ca de altfel și pentru cel de frecvență intermediară obținut la ieșire. În schimb, pentru funcția de oscilator, montajul funcționează în schema cu baza la masă, prin C_{205},

înfășurarea L_{201} reprezentînd o reactanță neglijabilă. Înfășurarea *1—2* a bobinei L_{202} asigură reacția pozitivă necesară oscilatorului.

În radioreceptoarele prevăzute și cu gama de *US* se utilizează, de regulă, un oscilator separat, ca în figura 6.6,*a*. În figura 6.6, *b* este reprezentată schema sa simplificată, deci este vorba de schema unui oscilator de tip

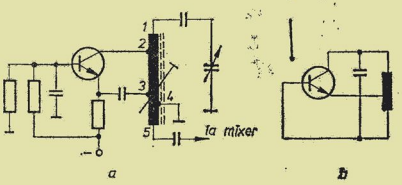


Fig. 6.6. Montaj de oscilator local separat:
a — schema de principiu; *b* — schema simplificată.

Hartley. Colectorul tranzistorului este conectat la o priză a bobinei, în vederea reducerii amortizării circuitului oscilator.

ÎNTREBARE. Ce se înțelege prin *monoreglajul circuitului oscilatorului și a circuitului de intrare* (semnal) și cu ce elemente se poate realiza?

RĂSPUNS. Prin *monoreglajul* celor două circuite se înțelege comanda simultană a frecvențelor lor de acord, în așa fel ca pentru oricare frecvență recepționată să fie îndeplinită relația $f_h - f_S = f_i$.

Această comandă simultană se realizează în trei moduri:

— cu două condensatoare variabile, montate pe același ax;

— cu două bobine cu inductanță variabilă, avînd miezurile de reglaj comandate simultan;

— cu două diode varicap, comandate cu tensiune variabilă dintr-un singur potențiometru.

ÎNTREBARE. Care sînt dificultățile realizării monoreglajului?

RĂSPUNS. Pentru a se putea recepționa o gamă de frecvențe date, frecvența oscilatorului trebuie schimbată în limitele f_{hmax} și f_{hmin}, corespunzător frecvențelor limită ale semnalului f_{Smax} și f_{Smin}, adică:

$$f_{hmax} = f_{Smax} + f_i;$$

$$f_{hmin} = f_{Smin} + f_i.$$

Raportul frecvențelor de rezonanță limită ale unui circuit oscilant, cu unul din elemente variabil (bobina sau condensatorul), se numește *acoperirea circuitului*.

Deci, pentru cele două circuite, vom avea acoperirile:

$$a_S = \frac{f_{Smax}}{f_{Smin}};$$

$$a_h = \frac{f_{hmax}}{f_{hmin}} = \frac{f_{Smax} + f_i}{f_{Smin} + f_i}.$$

Considerînd cazul gamei UM, unde $f_{Smax} = 1\ 600$ kHz, iar $f_{Smin} = 520$ kHz rezultă:

$$a_S = \frac{1\ 600}{520} \approx 3{,}08;$$

$$a_h = \frac{1\ 600 + 455}{520 + 455} \approx 2{,}1.$$

Considerînd cazul utilizării unui condensator variabil dublu și plecînd de la frecvența de rezonanță a circuitului:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}},$$

rezultă:

$$f_{max} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_{min}}} \text{ și } f_{min} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_{max}}}.$$

Făcînd raportul frecvențelor, rezultă:

$$\frac{f_{max}}{f_{min}} = \sqrt{\frac{C_{max}}{C_{min}}}.$$

Întrucît acoperirile celor două circuite sînt diferite, rezultă următoarele concluzii:

— monoreglajul celor două circuite se poate realiza utilizînd un condensator variabil dublu cu secțiuni (capacități) inegale. Practic, acest tip de condensator se utilizează la aparatele de radio cu o singură gamă (UM), întrucît acoperirile diferă de la o gamă la alta;

— în cazul utilizării unui condensator variabil dublu, cu secțiuni egale, diferența dintre frecvențele de acord ale circuitului oscilator și de intrare va da valoarea corectă a f_i și cel mult un punct al gamei de undă (dacă nu se iau măsuri speciale).

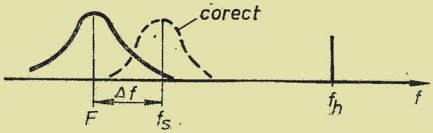


Fig. 6.7. Eroarea de aliniere a circuitelor.

Diferența dintre frecvența postului recepționat f_S și frecvența reală de acord a circuitului de intrare F se notează cu $\Delta f = F - f_S$ și se numește *eroarea de aliniere* (fig. 6.7).

ÎNTREBARE. Ce efecte asupra performanțelor *rr* au erorile de aliniere?

RĂSPUNS. Erorile de aliniere au un efect negativ asupra următoarelor performanțe:

— sensibilitatea receptorului scade;

— selectivitatea devine asimetrică;

— creşe distorsiunile introduse de aparat, datorită atenuării inegale a celor două benzi laterale ale postului.

ÎNTREBARE. Ce se înţelege prin *curba erorilor de aliniere*?

RĂSPUNS. Curba erorilor de aliniere reprezintă *variaţia erorii de aliniere dintre cele două circuite în toată gama de frecvenţe recepţionate.*

În vederea obţinerii curbei, se va reprezenta într-o diagramă variaţia frecvenţei circuitelor funcţie de valoarea condensatoarelor de acord (la o scară convenabilă aleasă pentru a avea o dreaptă — fig. 6.8).

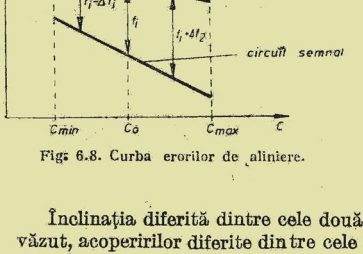


Fig. 6.8. Curba erorilor de aliniere.

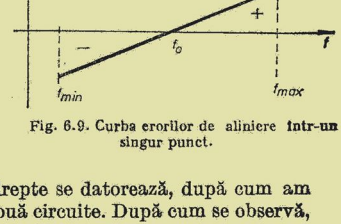


Fig. 6.9. Curba erorilor de aliniere într-un singur punct.

Înclinaţia diferită dintre cele două drepte se datorează, după cum am văzut, acoperirilor diferite dintre cele două circuite. După cum se observă, diferenţa dintre cele două curbe ne dă valoarea f_i doar într-un singur punct, iar în restul gamei vor apărea erori de aliniere pozitive sau negative.

Curba erorilor se obţine, simplu, prin suprapunerea celor două drepte, iar pentru comoditate acestea se înclină pînă ce una din ele devine orizontală (fig. 6.9).

Tot din figura 6.9 rezultă că vom avea o aliniere perfectă doar la frecvenţa f_0 corespunzătoare lui C_0 din figura 6.8, iar erorile de aliniere devin inadmisibil de mari spre capetele gamei.

ÎNTREBARE. Care sînt metodele uzuale folosite pentru reducerea erorilor de aliniere?

RĂSPUNS. În mod normal se utilizează alinierea în două puncte în gamele de *UUS* şi *US*, unde acoperirea benzii este mai redusă şi alinierea în trei puncte în gamele de *UL* şi *UM*.

Circuitele care permit alinierea în două puncte sînt prezentate în figura 6.10, *a* şi *b*, iar cele în trei puncte, în figurile 6.11, *a* şi *b*.

Condensatorul C_p din schema prezentată în figura 6.11, *b* se numeşte *condensator „padder"* şi determină al treilea punct de erori zero, la frecvenţa F_3. Întrucît valoarea lui este fixă, rezultă că toleranţele din fabri-

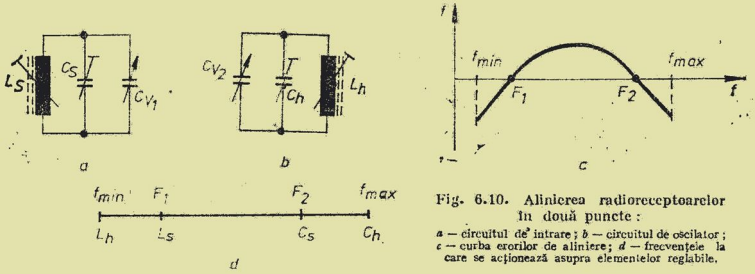


Fig. 6.10. Alinierea radioreceptoarelor în două puncte :
a — circuitul de intrare ; *b* — circuitul de oscilator ; *c* — curba erorilor de aliniere ; *d* — frecvențele la care se acționează asupra elementelor reglabile.

cație ale acestui condensator determină variația frecvenței F_3 pe scara aparatului și, implicit, desimetrizarea curbei erorilor de aliniere. Din acest motiv, toleranța maximă admisă în practică pentru *padder* este de 2%.

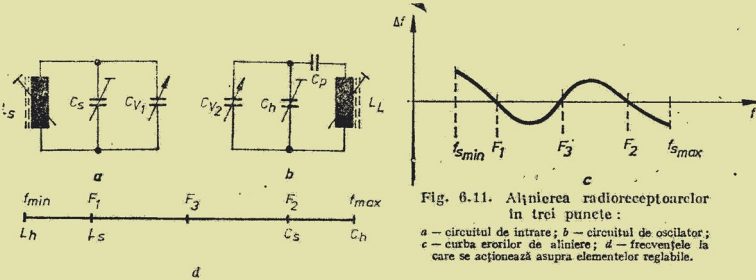


Fig. 6.11. Alinierea radioreceptoarelor în trei puncte :
a — circuitul de intrare ; *b* — circuitul de oscilator ; *c* — curba erorilor de aliniere ; *d* — frecvențele la care se acționează asupra elementelor reglabile.

B. LUCRĂRI PRACTICE DE DEPANARE A ETAJELOR DE RADIOFRECVENȚĂ

1. SIMPTOME, CAUZE, DEFECȚIUNI

Defectarea etajelor de radiofrecvență are ca efect scoaterea totală din funcționare a radioreceptoarelor sau degradarea performanțelor acestora, fiind afectate în special sensibilitatea, selectivitatea și atenuările semnalelor perturbatoare.

Cauzal, defectele etajelor de radiofrecvență se pot împărți în trei categorii :

— *defecte datorită unor componente electrice* ;

— *defecte datorită comutatorului de game* ;

— *degradarea performanțelor*, ca urmare a dezalinierii circuitelor acordate de intrare și oscilator (ca urmare a mișcării miezurilor bobinelor la șocuri, sau a unor intervenții necalificate).

Clasificarea defectului unui radioreceptor, organoleptic sau prin verificări simple, în unul din cazurile de mai sus, reprezintă adevărata artă a unui depanator spre care trebuie să tindă orice începător.

În cele ce urmează vor fi prezentate acele simptome clasice și care apar, cu frecvență ceva mai mare, în practica de zi cu zi :

— *radioreceptorul nu funcționează pe nici o gamă de unde* ;

— *radioreceptorul nu funcționează în gama de UUS* ;

— *radioreceptorul funcționează doar pe posturile locale* ;

— *radioreceptorul nu funcționează pe una din gamele MA sau pe o porțiune a unei game* ;

— *frecvențele posturilor recepționate nu corespund cu etalonarea scării rr* ;

— *recepția unor posturi sau în totalitate este însoțită de oscilații parazite (fluierături)*.

În final, ca exemplu de probleme rezolvate, se va prezenta metoda de reglare a gamei de *UUS* conform standardului *RSR* (64—73 MHz) la aparatele de fabricație străină și la care gama este reglată între limitele 88—105 MHz sau 88—108 MHz.

Cu privire la simptomele prezentate, va trebuie să se răspundă la următoarele întrebări :

1) *Cum se manifestă simptomul?*

2) *Care este influența sa asupra performanțelor?*

3) *Care sînt principalele cauze de defectare?*

4) *Care sînt căile, metodele de identificare a cauzelor și aparatura utilizată pentru depanare?*

a. Radioreceptorul nu funcționează pe nici o gamă de unde

Răspunsuri

1) Întrucît acest defect poate fi cauzat de o întrerupere în unul din blocurile funcționale de la intrarea antenei și pînă la difuzor, presupunem că, în prealabil, cu ajutorul unei metode de localizare (descrise în cap. 5), s-a localizat defectul la nivelul etajelor de radiofrecvență.

Acest defect poate fi localizat și organoleptic astfel : cu volumul radioreceptorului la maxim vom asculta cu atenție ce se aude în difuzor. În acest caz, pe lîngă un ușor brum (la aparatele cu alimentare de la rețea) se va auzi și un fîșîit caracteristic zgomotului introdus de elementele active din *AFI* și *AAF*. În plus, la comutarea gamelor se vor auzi paraziți.

2) Toate performanțele radioreceptorului sînt afectate, cu excepția celei de amplificator de *AF* pentru semnale exterioare, *PU* sau magnetofoane.

3) Cauzele de defectare trebuie căutate pe traseul cuprins între borna de antenă și primul filtru de frecvență intermediară. La modul general, vom găsi o întrerupere sau scurtcircuitarea la masă într-un punct în acest lanț.

Privind schema oricărui radioreceptor, principalele cauze pot fi :

— întreruperea circuitului de semnal de la borna antenă la intrarea amplificatorului de înaltă frecvență pe *MF* și *MA* (cînd acesta există), sau la intrarea mixerului *MA*, ca urmare a defectării unor componente electrice sau a comutatorului de game ;

— nefuncționarea etajelor *AIF*, mixer sau oscilator local, datorită defectării elementelor active, lipsei alimentării sau a alimentării necorespunzătoare, ca urmare a defectării unor componente, fie a întreruperii circuitelor în cazul comutatorului de game defect sau, de asemenea, ca urmare a defectării condensatorului variabil.

La radioreceptoarele cu *MA* și *MF*, nefuncționarea simultană a ambelor părți indică fie un defect de alimentare comun, fie, în cazul celor la care mixerul *MA* este în același timp și un prim amplificator de *FI — MF*, nefuncționarea acestuia (v. *rr Neptun*, *Mondial* etc.).

La produsul *Combina muzicală Stereoson* (v. planșa 2) nefuncționarea simultană *MA — MF* se poate datora defectării grupului de contacte *4h*, *5h*, *6h*, întrerupîndu-se alimentarea circuitelor de *RF*.

4) Din analiza cauzelor defectelor prezentate, rezultă că la radioreceptoarele *MA — MF* se va verifica cu un voltmetru de c.c. alimentarea blocului *UUS* și a părții *MA* (mixer + oscilator), precum și punctele statice de funcționare a elementelor active.

La radioreceptoarele numai cu cale de *MA* se vor verifica, de asemenea, punctele statice de funcționare ale mixerului și oscilatorului local. În cazul că acestea corespund schemei, se va trece la verificarea dinamică a celor două etaje.

Mixerul se va verifica prin injectarea semnalului de frecvență intermediară la intrarea acestuia și apoi chiar la borna antenei. Se poate utiliza un generator de semnal sau chiar un „trasator de semnal" (multivibrator astabil).

Oscilatorul local se va verifica cu ajutorul unui osciloscop, prin prezența oscilațiilor în emitorul tranzistorului sau în circuitul acordat.

b. Radioreceptorul nu funcționează în gama de UUS

Răspunsuri

1) În acest caz, radioreceptorul funcționează corect în gamele *MA* (*UL*, *UM* și *US*), iar în gama de *UUS* nu se recepționează nici un post. De cele mai multe ori, în difuzor se aude un fîșîit specific gamei de *UUS*.

2) În acest caz, performanțele generale nu sînt afectate, cu excepția numărului de game de undă recepționate.

3) Cauzele posibile de defectare, la nivelul blocului *UUS* pot fi :

— nefuncționarea etajului *AIF* datorită defectării elementului activ, lipsei tensiunii de alimentare, sau a unei tensiuni necorespunzătoare, întreruperii sau scurtcircuitării elementelor de acord din colector ;

— nefuncționarea etajului mixer, datorită defectării elementului activ, lipsei tensiunii de alimentare sau a tensiunii necorespunzătoare, întreruperii sau scurtcircuitării circuitului de sarcină în *FI*;

— nefuncționarea oscilatorului local datorită defectării elementului activ, lipsei alimentării sau a tensiunii necorespunzătoare, întreruperii sau scurtcircuitării elementelor din circuitul acordat al oscilatorului, dezacordării circuitului oscilatorului, lipsei sau tensiunii necorespunzătoare pentru diodele varicap (cînd este cazul), defectării secțiunii condensatorului variabil corespunzătoare oscilatorului

4) Avînd în vedere că majoritatea defectelor sînt cauzate de întreruperi sau scurtcircuite ale componentelor active și pasive, se va începe identificarea defectului prin verificarea vizuală a montajului și apoi prin verificarea statică în c.c.

După verificarea tensiunilor de alimentare la intrările blocului, se vor demonta capacele lui și se va trece la măsurarea tensiunilor de polarizare a elementelor active. Odată identificat etajul defect, se va proceda la depistarea componentei defecte, folosind aceeași metodă statică.

În cazul cînd toate tensiunile de polarizare a elementelor active sînt corecte, identificarea etajului defect se va face prin *metoda injecției de semnal.*

Funcționarea etajului *AIF* se va verifica prin eliminarea lui, cu semnalul de antenă. În acest scop, o bornă a cablului antenei se va conecta printr-un condensator de 10—100 nF la capătul cald al circuitului de sarcină al *AIF* (sau pe secțiunea corespunzătoare a condensatorului variabil). În cazul cînd *rr* va începe să funcționeze, este clar că defectul este din etajul *AIF*.

Funcționarea osciloscopului local se va verifica prin vizualizarea oscilațiilor cu un osciloscop de *IF*.

Funcționarea etajului mixer se verifică prin injectarea la intrarea acestuia a unui semnal de *FI—MF* (10,7 MHz) de la un generator de semnale, sau a semnalului de *FI—MF* de la un alt radioreceptor. În acest din urmă caz, vom proceda astfel: vom conecta un cablu ecranat între colectorul unui tranzistor din *FI—MF* și masa receptorului folosit ca generator de semnal și apoi vom conecta capătul cald al cablului printr-un condensator de 1—100 nF la intrarea mixerului (tresa cablului se conectează la masa aparatului de verificat). Dacă prin aceasta, în aparatul defect vom auzi postul recepționat de celălalt aparat, vom trage concluzia că mixerul (și întreg lanțul de *FI—MF*) funcționează corect și, prin eliminare, defectul este în oscilator sau în *AIF*.

c. Radioreceptorul funcționează doar pe posturile locale

Răspunsuri

1) Defectul se manifestă prin aceea că nu putem recepționa posturi mai îndepărtate chiar cu o antenă bună sau cu aparatul „scos" la fereastră, pentru a elimina efectul de ecranare al încăperii.

2) Performanța afectată în acest caz este sensibilitatea radioreceptorului.

3) Principalele cauze care afectează sensibilitatea unui radioreceptor sînt:

— scăderea amplificării etajelor *AIF*, mixer sau *AFI*;

— dezacordarea circuitelor de *FI* sau a circuitelor de intrare.

4) Identificarea cu precizie a cauzei defectului presupune posibilitatea verificării nivelelor de semnal de *FI* sau *IF* pe fiecare etaj, cu ajutorul unui generator de semnale cu atenuator calibrat și de precizie. În plus, aceste valori trebuie comparate cu cele indicate în schema aparatului, la fiecare etaj. Deoarece aceste două condiții sînt greu de obținut în practica depanării, vom utiliza o metodă indirectă pentru depistarea defectului.

În primul rînd se va observa cu atenție dacă asupra miezurilor bobinelor de reglaj s-a intervenit ulterior fabricației.

Dacă acest lucru s-a întîmplat, se va proceda la reacordarea generală a aparatului, a etajelor *AFI*, oscilatoare și circuite de intrare.

În cazul că nu s-a intervenit la reglaje, pentru identificarea defectului se va aplica *metoda statică de verificare*, măsurîndu-se punctele statice de funcționare la toate etajele de *AFI*, mixer, oscilator și *AIF*, fiind binecunoscut faptul că amplificarea acestor etaje este proporțională cu curentul *I* prin tranzistoare. Verificarea curentului I_E prin tranzistoare se realizează cel mai ușor prin măsurarea căderii de tensiune pe rezistențele din emitoare.

În cazul cînd aceste tensiuni sînt corecte, se poate presupune că scăderea sensibilității se datorează dezacordării unor circuite acordate din *FI* sau *RF* ca urmare a mișcării miezurilor la șocuri mecanice, dezlipirii acestora din suporturile de plastic, sau chiar spargerii lor în timp. Drept urmare, se va trece la reacordarea generală a aparatului. Dacă și după această operație aparatul prezintă o sensibilitate redusă, vom începe înlocuirea pe rînd a condensatoarelor de cuplaj sau de decuplaj a etajelor, presupunînd că unul din acestea este întrerupt.

d. Radioreceptorul nu funcționează pe una din gamele MA sau pe o porțiune a gamei

Răspunsuri

1) În acest caz, recepția este corectă pe toate gamele de undă, cu excepția unei game unde audiția este nulă în totalitatea frecvențelor de acord sau numai pe o porțiune a gamei, înspre unul din capetele gamei.

2) În acest caz, performanțele globale ale *rr* nu sînt afectate, cu excepția sensibilității sau funcționării gamei respective.

3) Principalele cauze de defectare, în acest caz, sînt:

— defectarea comutatorului de game;

— întreruperea bobinei de oscilator a gamei respective;

— întreruperea circuitului de intrare a gamei respective și care la mixerul autooscilant scoate din funcțiune chiar oscilatorul;

— întreruperile cablajului în circuitul de intrare sau oscilator;

— dezalinierea circuitului de intrare sau oscilator.

4) Pentru identificarea defectului se va aplica *metoda statică de verificare cu ohmmetrul*. În acest sens, se vor verifica contactele comutatorului de game, pentru gama respectivă, continuitatea bobinelor de oscilator și de intrare, precum și continuitatea traseelor de cablaj.

În caz că nu funcționează doar o porțiune din gamă, se va trece la alinierea circuitului de intrare și oscilator, pentru gama respectivă.

e. Freevențele posturilor recepționate nu corespund cu etaloanele scării rr

Răspunsuri

1) Acest defect se pune în evidență mai clar în gama de *US*, unde benzile de unde cad în afara porțiunii indicate pe scală.

2) Performanțele afectate de acest defect sînt: etalonarea scării, precum și, de cele mai multe ori, atenuarea semnalelor imagine.

3) Principala cauză a defectului constă în dezalinierea circuitului de oscilator, ca urmare a mișcării miezurilor bobinelor sau dereglării trimerilor, iar uneori în gama de *US*, ca urmare a unui contact imperfect (cu rezistență de contact) în circuitul de oscilator.

4) Identificarea defectului, precum și depanarea lui constă în reacordarea circuitelor de oscilator și apoi a celor de intrare cu ajutorul unui generator de semnale.

Depistarea contactului imperfect în circuitul de oscilator se face organoleptic prin recepționarea unui post din gamă, după care se vor face comutări succesive și reveniri în gama defectă. Dacă la unele reveniri postul recepționat se schimbă, înseamnă că comutatorul introduce o rezistență de contact și vom trece la repararea acestuia (cel mai simplu prin turnarea cu o pipetă a cîtorva picături de spirt sau „white-spirit").

f. Recepția posturilor este însoțită de fluierături

Răspunsuri

1) Manifestarea defectului constă în apariția unor fluierături pe anumite posturi recepționate sau pe toate posturile, iar tonalitatea fluierăturii se schimbă la un ușor dezacord.

2) Pe lîngă efectul neplăcut asupra audiției în general, sînt afectate următoarele performanțe : selectivitatea, atenuarea frecvențelor imagine, precum și îngustarea benzii audio reproduse.

3) Principalele cauze ale acestui defect se pot datora :
— intrării în oscilație a etajelor de *FI* sau *RF* ; în acest caz oscilațiile apar fie în toată gama de undă, fie într-o porțiune a gamei de undă ;
— întreruperii legăturii la secțiunea condensatorului variabil din circuitul de intrare, datorită unor defecte de comutator de game ;
— întreruperii bobinelor acordate din circuitul de intrare (mai frecvent la bobinele de pe bara de ferită) ;
— dezalinierii circuitelor de intrare.

4) În vederea localizării defectului se va începe cu verificarea circuitelor de intrare și a comutatorului de game cu ohmmetrul, după care se va trece la realizarea circuitelor de intrare.

În cazul în care avem oscilații în toată gama recepționată, se va aplica *metoda statică de verificare*, măsurîndu-se curenții (tensiunile pe emitoare) la toate etajele *AFI*, mixer și *AIF*, întrucît creșterea curentului printr-un etaj conduce la creșterea amplificării și deci la posibilitatea intrării în oscilație a etajului respectiv, sau a intrării în oscilație globală (antenă-detector), ca urmare a creșterii nivelului armonicilor de frecvență intermediară radiate de detector și captate de circuitele de intrare.

În cazul că tensiunile măsurate au valori normale corespunzător cu schema aparatului, se vor verifica condensatoarele de filtraj ale tensiunii de alimentare (și în special cel pentru alimentarea *AFI*), precum și condensatoarele de decuplare din circuitele de alimentare pentru emitoare, baze și colectoare la tranzistoarele din *ARF* și *AFI*.

2. PROBLEME DE DEPANARE REZOLVATE

6.1. Care este structura schemei blocului *UUS* la produsul *Combină muzicală Stereoson* ?

Indicați modul de reglare a circuitelor acordate, presupunînd că acestea au fost dereglate total.

Rezolvare. După cum se observă din schema blocului *UUS* al combinei, acesta se compune din două etaje : *AIF* cu tranzistorul T_{101} și un mixer autooscilant cu T_{102}. Antena, 300 Ω, simetrică, se cuplează la intrarea *AIF* prin transformatorul de *IF* L_{101} cu rol de adaptare și la care secundarul este acordat fix în mijlocul gamei 69 MHz cu C_{101} (v. planșa 2).

Prin C_{103} semnalul se aplică pe grila lui T_{101}, de tip *FET*. Polarizarea grilă-sursă este nulă, R_{101} avînd rolul să le mențină la același potențial. În aceste condiții, curentul prin T_{101} depinde numai de tipul tranzistorului, putînd avea valorile :

BF 256 A ... 3 — 7 mA ;

BF 256 B ... 6 —13 mA ;

BF 256 C ... 11—18 mA.

Sarcina *AIF* o constituie circuitul acordat format din : secundar L_{102} și C_{104} în serie cu $C_{V_{101}}$ și $C_{T_{101}}$, cuplat la tranzistor prin primarul lui L_{102} în vederea reducerii amortizării introduse de tranzistor.

Diodele D_{101} și D_{102} au rolul de limitare a semnalului, atunci cînd acesta depășește 100 mV la intrarea antenei.

Mixerul, de tip autooscilant, cu T_{102}, funcționează în schema cu baza la masă, prin C_{106}, semnalul de *IF* aplicîndu-se în emitor prin C_{105}, ca de altfel și tensiunea de oscilator. Amestecul are loc în joncțiunea *B—E* iar din spectrul complex de conversie, circuitul selector de frecvență intermediară L_{103}, C_{110} extrage semnalul de frecvență intermediară.

Oscilatorul, de tip *Colpitts*, are divizorul capacitiv format din C_{109} și C_{106}, iar circuitul de acord din L_{104} și C_{111} în serie cu $C_{V_{102}}$ și $C_{T_{102}}$.

Pentru reducerea influenței capacității tranzistorului C_{C-B} asupra circuitului acordat, C_{110} este conectat la o priză a lui L_{104}.

Inductanța L_{103} are rolul de corecție a fazei tensiunii de reacție pozitive sosite de la ieșirea tranzistorului prin C_{109} la intrare; practic, valoarea ei se reglează pentru maximul de amplificare a blocului.

Dioda vericap D_{103} este cuplată la circuitul oscilatorului prin C_{112} și asigură permanent „controlul automat al frecvenței oscilatorului" cu ajutorul tensiunii venite de la detectorul de raport prin R_{104}.

Polarizarea tranzistorului este de tipul cu divizor în bază R_{201}, R_{203} și rezistență în emitor R_{102}.

Grupul de filtraj de *IF* format din L_{106}, C_{113} împiedică apariția unor oscilații parazite datorită cuplajului dintre blocul *UUS* și cel *AFI* prin sursa comună de alimentare.

Reglajul blocului *UUS* se realizează conform instrucțiunilor de fabricație, la frecvențele 64—73 MHz pentru oscilator și 65—72 MHz pentru circuitul de sarcină al *AIF*. Pentru aceasta se va utiliza un generator de semnale. Se închide condensatorul variabil $C_{V_{101}}$ și se reglează L_{104} pînă prindem semnalul de 64 MHz, apoi se deschide $C_{V_{101}}$ și reglăm $C_{T_{102}}$ pînă prindem semnalul pe 73 MHz. Se repetă reglajul pînă cînd reușim să avem capetele corecte. Urmează reglajul circuitului de sarcină.

Punem generatorul pe frecvența de 65 MHz și învirtim $C_{V_{101}}$ pînă prindem semnalul. Se reglează L_{102} pe maxim de semnal. Mutăm generatorul pe 72 MHz și de asemenea $C_{V_{101}}$ pînă prindem acest semnal. Se reglează $C_{T_{102}}$ pe maxim de semnal. Se va repeta reglajul pînă cînd cele două reglaje nu se mai influențează.

Circuitul de sarcină pe *FI* se poate regla în unul din punctele de acord, rotind miezul lui L_{105} pînă obținem maxim de semnal.

La multe radioreceptoare de fabricație străină, bobinele din blocul *UUS* ale circuitului de intrare și oscilator sînt realizate fără carcasă și miez.

În acest caz, acordul se realizează prin apropierea spirelor (crește *L*) sau prin răsfirarea lor (scade *L*).

În lipsa generatorului de semnale, reglajul se poate realiza, în condiții bune, utilizînd un alt *rr* corect reglat, ca martor. Circuitul de oscilator se va regla pentru a recepționa posturile marginașe, la aceleași frecvențe înscrise pe scală ca la receptorul martor, în modul descris mai sus.

Circuitul de sarcină al *AIF* se va regla tot pe posturile marginașe, pentru maxim de semnal (sensibilitate), la frecvențe mici reglînd L_{102}, iar la frecvențe superioare reglînd C_{T102}. Cînd posturile pe care se face reglajul sînt puternice, acordul elementelor va fi imprecis. În acest caz, vom înlocui antena *rr* cu o bucată de sîrmă scurtă (sau introducem antena telescopică) pînă cînd posturile devin slabe, după care se va putea realiza un acord precis.

De menționat că această metodă este general valabilă pentru toate radioreceptoarele cu o schemă asemănătoare.

6.2. Care este principiul comutării gamelor *UUS* la produsul *Radiocasetofon stereo portabil* realizat de Intreprinderea *Electronica*, și cum se realizează acordul circuitelor?

Rezolvare. Acest produs a fost realizat în formula „bistandard", în sensul că în gama *UUS* se pot recepționa frecvențele 64—73 MHz conform standardului *OIRT* și 88—105 conform standardului *CCIR*.

Întrucît, la aceste frecvențe, schimbarea gamelor nu se poate realiza cu comutatoare clasice, datorită conexiunilor care devin inductanțe comparabile cu cele ale circuitelor și în plus radiază semnalele, s-a adoptat soluția comutării electronice pe principiul celui folosit la selectoarele de canale *TV*.

În acest sens se utilizează diodele D_{201} și D_{202} care, atunci cînd sînt polarizate, prezintă o rezistență dinamică neglijabilă, scurtcircuitînd bobinele L_{202} și L_{204} (v. planșa 3).

Schimbarea gamelor *UUS* se realizează cu comutatorul *1b*, *2b*, *3b*. Structura circuitelor este următoarea:

— în gama 88—105 MHz:

AIF: L_{201}, C_{211}, C_{200}, C_{V_1};

oscilator: L_{203}, C_{215}, C_{222}, C_{V_2};

— în gama 64—73 MHz:

AIF: $L_{201} + L_{202}$, C_{211}, C_{212}, C_{V_1};

oscilator: $L_{203} + L_{204}$, C_{215}, C_{V_2}, C_{210}.

La astfel de scheme, reglajul se începe cu gama superioară, după care se trece la gama inferioară, conform regulii generale descrise la problema 6.1 și tabelul 6.1.

Tabelul 6.1

Regula generală de reglare

Frecvența	*CCIR*		*OIRT*		
	88	104	65	73	
Elementul la care se acționează	L_{203}	C_{226}	L_{204}	C_{210}	Circuit oscilator
	L_{201}	C_{212}	L_{220}	C_{206}	Circuit de intrare

6.3. Care este structura schemei etajelor de *RF—MA* la produsul *Radiocasetofon stereo portabil* (v. planșa 3)?

Indicați modul de reglaj al circuitelor de intrare și oscilator, presupunînd că acestea au fost dereglate total.

Rezolvare. Etajele *RF—MA* sînt cuprinse în circuitul integrat *TBA 570* fabricat de *IPRS* — Băneasa, cuprinzînd un mare număr de funcții ale unui radioreceptor.

Pentru *RF—MA* acesta include un mixer și un oscilator local separat. Semnalul de antenă se aplică la pin *2* prin intermediul circuitelor de intrare, care au o configurație clasică : L_{103}, C_{106}, C_{105}, C_{V3} reprezintă circuitul de intrare pentru *US*, iar L_{101}, C_{V3} și trimerii corespunzători reprezintă cele două circuite acordate pentru *UL* și *UM*, bobinele fiind montate pe bara de ferită. Bobinele L_{102} reprezintă înfășurările de cuplaj cu baza tranzistorului mixer din *ci*.

Oscilatorul local conține două tranzistoare Q_1 și Q_2 incluse, de asemenea, în circuitul integrat *TBA 570*, realizat după schema de principiu din figura 6.12.

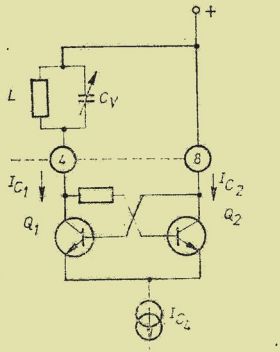


Fig. 6.12. Schema oscilatorului local *MA* din *CI—TBA 570*.

Acest montaj oferă avantajul esențial al necesității unui singur terminal pentru conectarea circuitului acordat LC_V și în plus faptul că frecvența de oscilație depinde practic de elementele acestui circuit. Demonstrația că acest montaj este un oscilator este următoarea : dacă V_{BE1} crește, I_{C1} crește, V_{CE1} scade, V_{BE2} scade și I_{C2} scade.

Întrucît suma $I_{C1} + I_{C2} = I_{C4} \approx$ constant (la o valoare impusă de blocul stabilizator), scăderea curentului I_{C2} antrenează o creștere a curentului I_{C1} și deci apare o reacție pozitivă.

În schema reală, circuitul acordat este cuplat la oscilator printr-o înfășurare de cuplaj : înfășurarea *3—4* (L_{302}) pentru circuitul acordat de *UL* și *UM*, și *2—3* (L_{301}) pentru circuitul de *US*.

Înfășurările *1—2* (L_{302}) și *4—5* (L_{301}) asigură injectarea tensiunii oscilatorului în mixer.

După cum se observă, bobina de oscilator pentru *UL* și *UM* este aceeași, coborîrea frecvenței pentru *UL* realizîndu-se prin conectarea suplimentară a lui C_{304} și C_{305} în paralel.

Reglajul circuitelor se realizează, de asemenea, conform metodologiei clasice, indicate în tabelul 6.2.

Trebuie avut în vedere că în cazul acordului în gama de *US* este foarte ușor să reglăm circuitele „fals", în sensul că le vom regla pe frecvența imagine.

Pentru o mai bună înțelegere, vom lua următorul **exemplu practic :** dorim să reglăm capătul inferior al gamei pe frecvența de 5,95 MHz. În acest sens, vom acorda generatorul de semnale pe această frecvență, vom închide complet C_V și vom regla miezul lui L_{301} pînă vom auzi semnalul. Aceasta nu înseamnă însă că reglajul este corect. Pentru a verifica aceasta, vom mări nivelul semnalului din generator și-i vom schimba frecvența lui pe frecvența imagine, adică $f_{imag} = f_s + 2f_i = 5{,}95 + (2 \cdot 0{,}455) = 6{,}86$ MHz.

În cazul că vom auzi semnalul pe această frecvență, înseamnă că reglajul este corect, iar dacă nu auzim semnalul, înseamnă că reglajul inițial l-am realizat pe frecvența imagine, capătul gamei fiind de fapt pe frecvența $5{,}95 - 0{,}91 = 5{,}04$ MHz.

Tabelul 6.2

Metodologia reglării circuitelor

Gama	Operația și ordinea	Condiții de reglare		Frecvența	Element de reglare	Mod de aplicare a semnalelor	Observații
UM	Reglarea oscilatorului	1	C_V închis	525	L_{302}	Buclă de radiație	Se repetă de cîteva ori
		2	C_V deschis	1600	C_{305}		
	Reglarea circuitului de intrare	3	Se acordă din C_V	580	$L_{101}(UM)$		
		4	Se acordă din C_V	1400	C_{103}		
UL	Reglarea oscilatorului	5	C_V închis	150	—	Buclă de radiație	Frecvența de 150 kHz trebuie să rezulte automat. Nu are element de reglaj
		6	C_V deschis	260	C_{304}		
	Reglarea circuitului de intrare	7	Se acordă din C_V	165	$L_{101}(UL)$		
		8	Se acordă din C_V	250	C_{102}		
US	Reglarea oscilatorului	9	C_V închis	5,95	L_{301}	Generator cuplat la antenă telescopică printr-un $C=8$ pF	Se repetă de cîteva ori
		10	C_V deschis	15,45	C_{302}		
	Reglarea circuitului de intrare	11	Se acordă din C_V	6,1	L_{103}		
		12	Se acordă din C_V	15,3	C_{105}		

În concluzie, în gama de *US*, în toate punctele de acord, vom verifica dacă semnalul captat este pe frecvența corectă sau pe frecvența imagine. În cazul unui reglaj al oscilatorului sau al circuitelor de intrare pe frecvența imagine, radioreceptorul va prezenta o mulțime de interferențe în această gamă și, în plus, o sensibilitate scăzută.

6.4. La un radioreceptor de fabricație străină la care gama de *UUS* este conform standardului *CCIR* (88—105 MHz), să se indice modul de reglare pentru recepționarea posturilor, conform standardului *OIRT* (65—73 MHz) valabil și în R. S. România.

Rezolvare. După cum se observă, avem de coborît frecvențele recepționate din gama de *UUS* de la 88—105 (108) MHz la 65—73 MHz. Pentru a realiza acest deziderat, sîntem obligați să coborîm frecvența oscilatorului local de la valorile 88+10,7 = 98,7 MHz și 105 + 10,7 = 115,7 MHz la valorile 65 + 10,7 = 75,7 MHz și 73 + 10,7 = 83,7 MHz.

Pentru a nu se reduce sensibilitatea aparatului, va trebui să coborîm frecvențele de acord ale circuitului de sarcină *AIF* și ale circuitului de intrare.

Coborîrea frecvenţelor de acord se poate realiza prin metodele :

— mărirea capacităţii de acord a circuitului prin montarea în paralel a unui condensator fix ;

— mărirea inductanţei bobinei prin mărirea numărului de spire, sau prin introducerea unui miez de ferită la bobinele cu aer sau care au avut iniţial miez de alamă sau aluminiu.

Ţinînd cont de raportul de reducere a frecvenţelor pentru circuitele de semnal şi pentru cel de oscilator :

$$a_S = \frac{105}{73} = 1{,}44,$$

$$a_h = \frac{105 + 10{,}7}{73 + 10{,}7} = 1{,}55,$$

rezultă că reducerea trebuie să fie mai importantă la oscilator decît la circuitele de intrare, conform relaţiei $C_2 = a^2 C_1$ sau $L_2 = a^2 L_1$, unde C_2 şi L_2 sînt valorile noi, iar C_1 şi L_1 valorile vechi ale schemei.

În cazul că pornim la schimbarea gamei prin modificarea capacităţilor de acord şi cunoscînd capacitatea $C_{Vmax} = 15$ pF, rezultă :

— pentru oscilator $C_2 = 1{,}55^2$ $C_V = 2{,}4 \cdot 15 = 36$ pF şi deci vom monta în paralel pe C_V un condensator fix de $36 - 15 = 21$ pF, alegem valoarea standardizată de 22 pF ;

— pentru circuitul *AIF*, $C_2 = 1{,}44^2$ $C_V = 31$ pF, deci vom monta un condensator cu valoarea de 15 pF.

În practică, în funcţie de capacitatea condensatorului variabil, aceste valori pot fi mai mari sau mai mici, păstrîndu-se însă raportul dintre cele două valori introduse la oscilator şi *AIF*. În cazul cînd se doreşte modificarea gamei prin modificarea bobinelor, acestea vor fi refăcute, bobinîndu-se mai mult cu două spire faţă de numărul de spire iniţial.

După aceste modificări, unele aparate nu mai funcţionează în gama *UUS*, întrucît oscilatorul iese din funcţiune ca urmare a reducerii gradului de reacţie. În aceste cazuri, vom mări capacitatea de reacţie (C_{109} din planşa 2) pînă la 10 pF.

Acordul oscilatorului local, precum şi alinierea circuitului *AIF* se va realiza conform regulii descrise la problema 6.1, utilizînd un generator de semnale sau un receptor etalon.

După realizarea acestor reglaje, mai putem obţine o creştere a sensibilităţii aparatului între 50% şi 100% în gama *UUS*, prin reacordarea circuitului de intrare (dintre antenă şi *AIF*), şi care, de cele mai multe ori, este cu acord fix, în mijlocul gamei.

În cazul cînd se utilizează circuite clasice, ca cele din figura 6.13, se va dubla valoarea lui C_1. Acordul exact se va obţine prin reglarea inductanţei L_1 pe maxim de semnal, la o frecvenţă (post) de circa 69 MHz.

La radioreceptoarele moderne, acest circuit este realizat cu un filtru de bandă de tip ceramic, ca în figura 6.14. În acest caz este indicat să se elimine acest filtru şi să fie înlocuit cu un circuit clasic realizat ca în figura 6.13, *a* sau *b*.

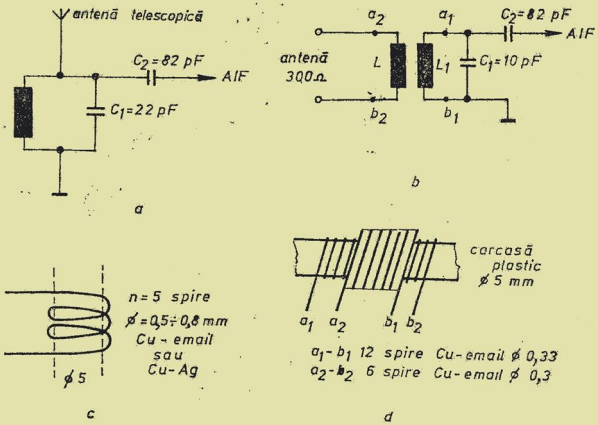


Fig. 6.13. Circuite clasice de intrare ale *AIF*:
a — nesimetrie, 75 Ω; *b* — simetrie, 300 Ω; *c* — mod de realizare a inductanței L_1 pentru intrarea nesimetrică;
d — mod de realizare a inductanțelor L, L_1 pentru intrarea simetrică.

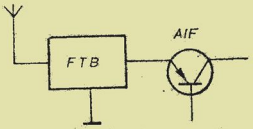


Fig. 6.14. Circuit de intrare cu filtru de tip ceramic.

În figura 6.13, *c* și *d* sînt indicate datele constructive ale bobinelor, valorile fiind date pentru gama *OIRT* (*R.S.R.*).

Odată cu înlocuirea filtrului ceramic cu un filtru clasic, se va introduce obligatoriu și C_z (cu o valoare de 47—470 pF) pentru a împiedica scurtcircuitarea la masă a polarizării emitorului tranzistorului.

Capitolul 7

ETAJE AMPLIFICATOARE DE FRECVENȚĂ INTERMEDIARĂ

A. PROBLEME SPECIFICE ALE ETAJELOR DE FI

1. ROLUL ETAJELOR DE FI

ÎNTREBARE. Care sînt funcțiile principale pe care trebuie să le îndeplinească *AFI*?

RĂSPUNS. Principalele funcțiuni ale *AFI*, indiferent de clasa radioreceptorului, sînt:

— să asigure amplificarea semnalului ce se obține la ieșirea mixerului, pînă la un nivel care să permită demodularea (detecția) semnalului;

— amplificarea etajelor de *AFI* să poată fi comandată de circuitele de *RAA*;

— să asigure selectivitatea față de canalele adiacente.

ÎNTREBARE. Care dintre performanțele radioreceptoarelor sînt determinate direct de etajele *AFI*?

RĂSPUNS. *AFI* determină sau contribuie hotărîtor asupra următoarelor performanțe:

— sensibilitatea maximă;

— selectivitatea față de canalele (posturile) alăturate;

— fidelitatea reproducerii sunetelor în gamele *MA* și la frecvențe înalte;

— distorsiunile semnalelor recepționate;

— eficacitatea sistemului de *RAA*;

— diafonia între canale, la receptoarele stereofonice.

ÎNTREBARE. Cum se pot aprecia performanțele unui radioreceptor în funcție de schema *AFI*?

RĂSPUNS. Performanțele principale ale radioreceptorului, determinate în special de schema *AFI*, pot fi apreciate astfel:

— sensibilitatea maximă a aparatului este determinată de numărul etajelor (tranzistoarelor) din *AFI*. În medie, se poate considera că un etaj asigură o amplificare în tensiune pe f_i — *MA* de 30 dB și pe f_i — *MF* de 20 dB;

— selectivitatea, la $\pm$ 9 kHz, a unui transformator de *FI*, cu circuit simplu acordat în funcție de factorul de calitate în sarcină Q_s al circuitului, este între 5—9 dB. Selectivitatea unui filtru de bandă format din două circuite acordate poate fi de 10—16 dB în funcție de Q_s și de factorul de cuplaj;

— selectivitatea unui filtru de bandă multiplu (tip *Cebîşev*) poate fi aproximată prin înmulţirea numărului de circuite acordate cu 6—8 dB Selectivitatea dată de un filtru ceramic, în funcţie de tipul lui, este între 16—30 dB.

Rezultă că selectivitatea totală a aparatului poate fi aproximată prin suma selectivităţilor circuitelor conform schemei.

ÎNTREBARE. Cum se explică faptul că *AFI* asigură selectivitatea faţă de posturile alăturate?

RĂSPUNS. Conform principiului de funcţionare a receptorului superheterodină, postul pe care dorim să-l recepţionăm apare la ieşirea mixerului transpus în frecvenţă intermediară conform relaţiei $f_i = f_h - f_s$. Dacă în acelaşi timp la intrarea mixerului apar semnale şi de la posturile învecinate, acestea vor da împreună cu frecvenţa oscilatorului corespunzătoare postului dorit, frecvenţe diferite de f_i.

Pentru exemplificare vom lua următorul caz:

Postul pe care dorim să-l recepţionăm are frecvenţă de 600 kHz. Pentru aceasta trebuie să acordăm aparatul, astfel ca oscilatorul local să capete frecvenţa $f_h = f_s + f_i = 600 + 455 = 1\,055$ kHz.

În acelaşi timp, la intrarea mixerului apar semnalele posturilor alăturate cu frecvenţele:

$$f_{S_1} = 580 \text{ kHz};$$

$$f_{S_2} = 590 \text{ kHz};$$

$$f_{S_3} = 610 \text{ kHz};$$

$$f_{S_4} = 620 \text{ kHz}.$$

Împreună cu frecvenţa oscilatorului de 1 055 kHz, acestea vor da la ieşirea mixerului următoarele frecvenţe:

$$f_{i_1} = 1\,055 - 580 = 475 \text{ kHz};$$

$$f_{i_2} = 1\,055 - 590 = 465 \text{ kHz};$$

$$f_{i_3} = 1\,055 - 610 = 445 \text{ kHz};$$

$$f_{i_4} = 1\,055 - 620 = 435 \text{ kHz}.$$

Presupunînd că radioreceptorul are caracteristica de selectivitate din figura 7.1, rezultă pentru posturile alăturate următoarele atenuări:

$$f_{S_1} = 580 \text{ kHz}; \quad f_{i_1} = 475 \text{ kHz}; \quad A = 58 \text{ dB};$$

$$f_{S_2} = 590 \text{ kHz}; \quad f_{i_2} = 465 \text{ kHz}; \quad A = 30 \text{ dB};$$

$$f_{S_3} = 610 \text{ kHz}; \quad f_{i_3} = 445 \text{ kHz}; \quad A = 30 \text{ dB};$$

$$f_{S_4} = 620 \text{ kHz}; \quad f_{i_4} = 435 \text{ kHz}; \quad A = 58 \text{ dB}.$$

Aceste valori, în situaţii normale, sînt complet satisfăcătoare.

În final, la aceste atenuări, trebuie adăugate şi cele introduse de circuitul de intrare şi care pot fi pentru posturile la 10 kHz circa 6 dB, iar pentru cele la 20 kHz circa 14 dB.

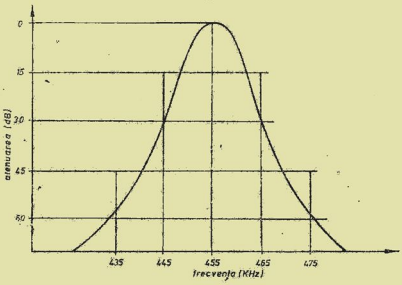


Fig. 7.1. Caracteristica de selectivitate a unui radioreceptor pe gamele de unde cu *MA*.

ÎNTREBARE. Ce se înțelege prin *reacție parazită*?

RĂSPUNS. Prin **reacție** se înțelege *aducerea unei părți din semnalul de la ieșirea unui amplificator la intrarea lui*, printr-un circuit separat numit *circuit de reacție*.

Cînd semnalul sosit prin circuitul de reacție este în fază cu semnalul de la intrare, reacția se numește *pozitivă* și are ca efect creșterea amplificării sau intrarea în oscilație a montajului. Cînd semnalul sosit prin circuitul de reacție este în antifază cu semnalul de la intrare, reacția se numește *negativă* și are ca efect scăderea amplificării.

Reacția parazită poate să apară la orice amplificator (chiar cu un singur etaj), cînd apare o cale parazită (nedorită), prin care semnalul de la ieșire se regăsește la intrare.

ÎNTREBARE. Cîte tipuri de reacții parazite pot apărea în etajele *AFI*?

RĂSPUNS. În *AFI* pot apărea două tipuri de reacții parazite:

— *Reacția parazită externă* ca urmare fie a reacției inductive și capacitive între piesele amplificatorului sau conexiunilor montajului, fie ca urmare a reacției datorită circuitelor comune de alimentare sau reglare;

— *Reacția parazită internă* prin admitanțele de reacție (de transfer invers) ale tranzistoarelor.

2. CLASIFICAREA AFI

ÎNTREBARE. Care sînt criteriile principale de clasificare a *AFI*?

RĂSPUNS. Clasificarea *AFI* se poate face după un număr mare de criterii, însă nu toate cu o importanță practică. În acest sens, la clasificarea *AFI* s-a avut în vedere aspectul cunoașterii structurii schemei și în acest fel vom clasifica *AFI* după:

— tipul de modulație a semnalelor pe care trebuie să le amplifice;
— tipul elementelor active din *AFI*;
— tipul filtrelor de *FI* (banda de trecere a *AFI*).

ÎNTREBARE. Cum se clasifică *AFI* după criteriile enunțate?

RĂSPUNS. *AFI* se clasifică astfel:

- **După tipul modulației semnalului de AFI:**

— *AFI* pentru receptoare cu *MA*;
— *AFI* pentru receptoare combinate *MA—MF*.

În cazul receptoarelor *MA—MF*, *AFI* poate fi realizat:
— *AFI* comun *MA*, *MF*;
— *AFI* cu căi separate pentru *MA* și *MF*.

- **După tipul elementelor active:**

— *AFI* cu tranzistoare;
— *AFI* cu circuite integrate.

- **După banda de trecere a amplificatorului:**

— *AFI* de bandă îngustă cu circuite derivate, sau cu circuite cuplate;
— *AFI* de bandă largă, cu selectivitate concentrată, cu filtru de tip *Cebîșev*, sau cu selectivitate concentrată cu filtre ceramice.

3. CIRCUITE UTILIZATE ÎN ETAJELE DE FI

Conform clasificării indicate în paragraful precedent, *AFI* se împart, în funcție de mărimea benzii de trecere B_n, în *AFI* de bandă îngustă, la care $\frac{B_n}{f_i} \leqslant 0{,}01-0{,}05$ și în *AFI* de bandă largă, la care $\frac{B_n}{f_i} > 0{,}5$.

În *AFI* de bandă îngustă, fiecare etaj amplificator conține un tranzistor și circuitul oscilant de sarcină, avînd o anumită contribuție atît la realizarea amplificării semnalului, cît și la asigurarea selectivității.

În *AFI* de bandă largă, amplificarea necesară semnalului este asigurată de către etaje aperiodice (cu sarcină rezistivă), iar selectivitatea este asigurată de un filtru cu selectivitate concentrată, montat între ieșirea schimbătorului de frecvență și intrarea în *AFI*. Acest tip de *AFI* a luat o mare amploare odată cu utilizarea filtrelor ceramice pe *MA* și *MF*, combinate cu circuite integrate, îmbinînd reducerea manoperei de montaj și reglare cu performanțe superioare.

ÎNTREBARE. Arătați modul de cuplare a circuitelor acordate cu tranzistoarele etajelor.

RĂSPUNS. În *AFI* de bandă îngustă se utilizează de regulă circuite clasice, ca *circuitul derivație* și *circuitele cuplate*. Problema principală care se pune constă în adaptarea tranzistoarelor din etajele vecine în scopul obținerii amplificării maxime și micșorarea șuntării circuitelor de către rezistențele lor de intrare și ieșire. În acest sens, se utilizează conectarea tranzistoarelor la prize, schemele principale fiind indicate în figura 7.2 pentru circuite derivație și în figura 7.3 pentru circuite cuplate.

Gradul de cuplare a circuitelor este caracterizat de coeficienții de transformare:

$$p_{Tr_1} = \frac{U_1}{U_c}; \quad p_{Tr_2} = \frac{U_2}{U_c}.$$

ÎNTREBARE. Care este schema de principiu a unui *AFI* de bandă largă cu filtru *Cebîșev*?

RĂSPUNS. În figura 7.4 este reprezentată schema principială a unui *AFI* de bandă largă cu selectivitatea concentrată, utilizînd un filtru tip *Cebîșev* între mixer și primul etaj *AFI* cu T_1, sarcina lui T_1 fiind rezistivă.

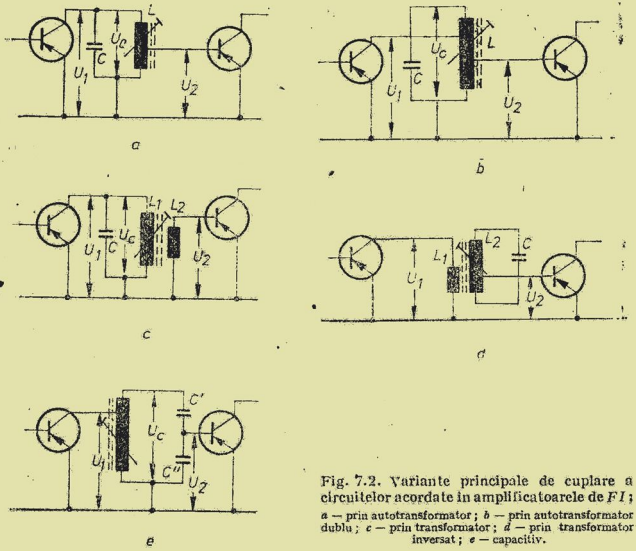


Fig. 7.2. Variante principale de cuplare a circuitelor acordate în amplificatoarele de *FI*;
a — prin autotransformator; *b* — prin autotransformator dublu; *c* — prin transformator; *d* — prin transformator inversat; *e* — capacitiv.

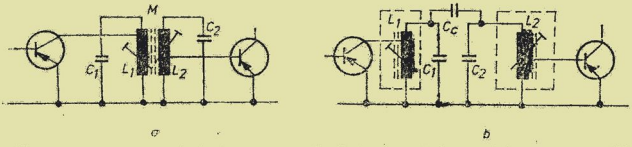


Fig. 7.3. Variante principale de cuplare a circuitelor cuplate în amplificatoarele de *FI*:
a — prin autotransformator cu cuplaj prin inductanță mutuală între circuite; *b* — prin autotransformator cu cuplaj capacitiv între circuite.

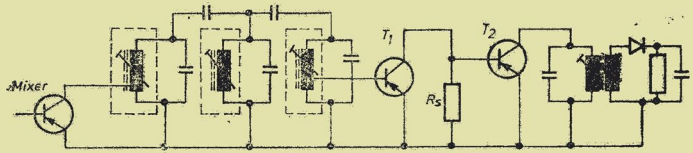


Fig. 7.4. Amplificator de *FI* cu filtru *Cebișev*.

Urmează etajul al doilea *AFI* cu T_2 și care are ca sarcină circuitul derivație, la care se cuplează detectorul. Contribuția la selectivitate a acestui circuit este neglijabilă, întrucît este puternic amortizat de circuitul de detecție.

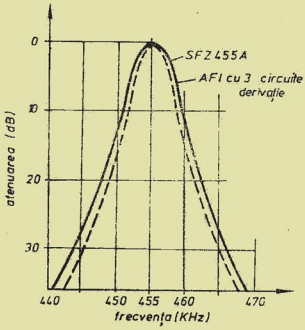


Fig. 7.5. Diagramă comparativă a caracteristicilor de selectivitate ale *AFI* cu filtru ceramic și *AFI* clasic cu trei circuite acordate.

ÎNTREBARE. Care sînt modalitățile de cuplare a circuitelor selective în amplificatoarele de *FI* comune *MA*—*MF*?

RĂSPUNS. În amplificatoarele comune *MA*—*MF* circuitele selective se pot cupla în serie ca în figura 7.6. Aceasta nu prezintă nici un fel de dificultăți, mai ales în cazul circuitelor primare deoarece, pentru *MA*, inductanța circuitului acordat de *MF* prezintă o reactanță neglijabilă (maximum 20Ω), iar pentru *MF*, reactanța capacității de acord a circuitului de *MA* se prezintă ca un scurtcircuit.

În ceea ce privește conectarea în serie a circuitelor acordate secundare, din multitudinea de scheme posibile, numai cîteva sînt practicabile și anume cele indicate în figura 7.6.

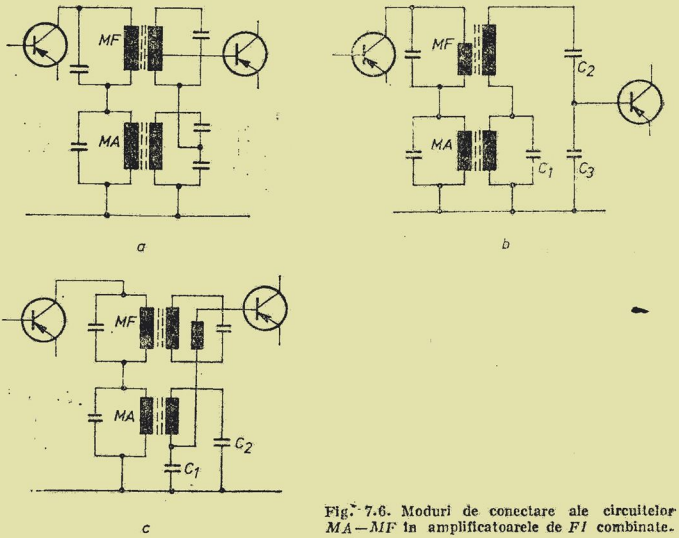


Fig. 7.6. Moduri de conectare ale circuitelor *MA*—*MF* în amplificatoarele de *FI* combinate.

În figura 7.6, *b*, capacitatea efectivă de acord pe *MF* este:

$$C_{ef_{MF}} = \frac{C_1 C_2 C_3}{C_1 C_2 + C_3(C_1 + C_2)}.$$

În figura 7.6, *c*, capacitatea de acord *MA* a secundarului este practic C_2, întrucît $C_1 \gg C_2$. Într-un caz practic, $C_1 = 15$ nF, iar $C_2 = 1$nF.

ÎNTREBARE. Din ce motive în radioreceptoarele moderne se utilizează tot mai frecvent filtre ceramice?

RĂSPUNS. Introducerea pe scară largă a filtrelor ceramice s-a impus datorită avantajelor pe care le oferă comparativ cu filtrele clasice:

— filtrele ceramice asigură o selectivitate foarte mare datorită *Q*-ului înalt. În figura 7.5 se poate vedea caracteristica de selectivitate a unui *AFI* cu un singur filtru ceramic tip *SFZ 455A* comparativ cu cea a unui *AFI* cu trei filtre derivație;

— filtrele ceramice au dimensiuni mici și nu necesită reglaje;

— filtrele ceramice prezintă o siguranță în funcționare superioară celor clasice;

— filtrele ceramice, montate în scheme de *AFI* cu tranzistoare sau circuite integrate simplifică schema, întrucît nu permit trecerea componentei continue de polarizare de la un etaj la celălalt.

ÎNTREBARE. Cum se conectează împreună filtrele ceramice *MA* — *MF* în amplificatoarele de *FI* comune?

RĂSPUNS. O schemă cu circuite convenționale și care se folosește la cele mai multe radioreceptoare portabile, ca în figura 7.7, se poate

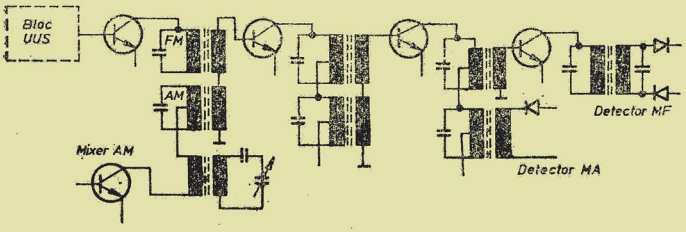


Fig. 7.7. *AFI* cu circuite convenționale.

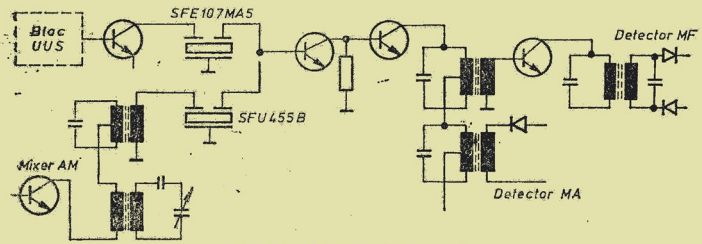


Fig. 7.8. *AFI* cu filtre ceramice.

transforma în scopul utilizării filtrelor ceramice ca în figura 7.8, cu rezultate mult mai bune în privința selectivității.

Pentru punerea în valoare a performanțelor filtrelor ceramice, trebuie avută în vedere îndeplinirea condițiilor impuse de fabricant în privința respectării impedanțelor de intrare și ieșire pe care trebuie să se închidă filtrele.

Astfel, pentru filtrul *SFE 10,7 MA 5* impedanțele de intrare și ieșire trebuie să fie de 390Ω, iar pentru filtrul *SFU 455B* 2,7 kΩ.

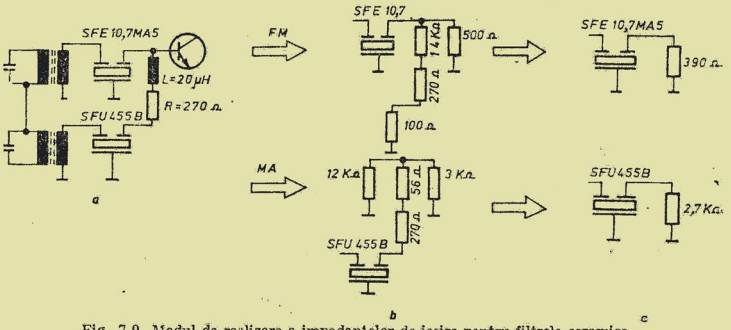


Fig. 7.9. Modul de realizare a impedanțelor de ieșire pentru filtrele ceramice.

Respectarea impedanțelor de intrare se realizează printr-un raport corect de transformare a circuitelor de intrare, iar pentru obținerea impedanțelor de ieșire se montează grupul $R = 270\ \Omega, L = 20\ \mu H$ ca în figura 7.9, *a*.

Ținînd cont de rezistența de intrare a tranzistorului, precum și de reactanța inductivă la frecvențele de 455 kHz și 10,7 MHz, circuitul din figura 7.9, *a* devine cel indicat în figura 7.9, *b*, respectiv în figura 7.9, *c*.

4. SCHEME ELECTRICE ALE ETAJELOR DE FI

ÎNTREBARE. Care este structura celui mai simplu *AFI* utilizat la radioreceptoare?

RĂSPUNS. Din multitudinea schemelor utilizate la radioreceptoare, radioreceptorul *Cora* reprezintă recordul simplității și al costului.

Schema *AFI* la acest produs este reprezentată în figura 7.10 și, după cum se observă, acesta este compus dintr-un singur etaj amplificator realizat cu tranzistorul T_2 — *BF 214* (în capsulă metalică) sau *BF 254* (în capsulă de plastic). Cuplajul dintre mixer și *AFI* se realizează cu circuitul cuplat format din L_{301}, C_{301} în primar, L_{302}, C_{303} în secundar și C_{302} condensator de cuplaj. Înfășurarea secundară a lui L_{302} asigură adaptarea dintre circuitul acordat și tranzistor.

Sarcina lui T_2 o constituie circuitul derivație primar L_{303} (înfășurarea *1—3*), C_{305}, cuplajul cu etajul detector realizîndu-se în înfășurarea secundară *4—6*.

Pentru obținerea unei tensiuni mari a semnalului de *FI* la detector, raportul de transformare primar-secundar este 1 : 2, raport care explică influența scăzută a reglajului miezului asupra semnalului de *FI*.

Selectivitatea aparatului este de 18 dB, la care contribuie cu 4—5 dB și circuitul de intrare.

Polarizarea bazei lui T_2 este dată de divizorul R_{302}, R_{303}, conectarea la masă a lui R_{303} fiind făcută prin detector, pentru a asigura reglajul automat al amplificării.

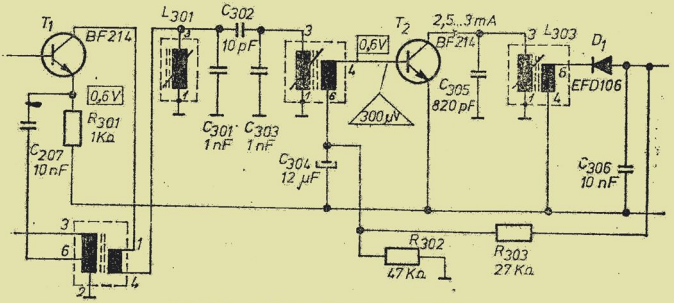


Fig. 7.16. *AFI* al radioreceptorului *CORA*.

ÎNTREBARE. Care este structura *AFI—MA—MF* la produsul *Combină muzicală — Stereoson*?

RĂSPUNS. Schema etajelor de *FI*, comune pentru *MA* și *MF* (v. planșa 2) se compune din trei etaje amplificatoare pe *MF* și două etaje pe *MA*.

Pentru *MA*, semnalul de f_i de la ieșirea mixerului se aplică filtrului de bandă format din primar (TR_{203}, C_{210}), secundar (TR_{204}, C_{212}) și condensatorul de cuplaj C_{211}, realizînd legătura cu *AFI*.

Semnalul de f_i de la ieșirea blocului *UUS* se aplică etajului echipat cu T_{201} și care este un amplificator numai pentru *MF*. Sarcina etajului o constituie filtrul de bandă format din primar (TR_{201}, C_{204}), secundar (TR_{202}, C_{208}), cuplajul dintre cele două circuite acordate fiind realizat cu bobina de cuplaj a lui TR_{201} și C_{207}.

Din acest loc, semnalele de f_i *MA* și *MF* se adună prin înscrierea secundarelor filtrelor TR_{202} și TR_{204} și se aplică amplificatoarele comune realizate cu tranzistoarele T_{203} și T_{204}.

Amplificatorul cu T_{203} este de bandă largă, avînd sarcină rezistivă (R_{209}).

În colectorul etajului cu T_{204} sînt înseriate primarul filtrului de bandă *MF* format din TR_{205}, C_{218} și circuitul derivație *MA* format din TR_{206} și C_{219}.

Diodele D_{201} și D_{202} conectate în paralel cu circuitele acordate respective, amortizează aceste circuite în cazul unor semnale puternice la intrarea aparatului, mărind astfel eficacitatea *RAA*-ului. Rezistențele R_{205}, R_{215} și R_{206} cresc stabilitatea etajelor respective prin reducerea reacțiilor interne ale tranzistoarelor.

Polarizarea bazelor tranzistoarelor T_{203} și T_{204} se realizează prin sistemul de *RAA* astfel:

— baza lui T_{204}, care are și rol de amplificator pentru tensiunea de *RAA*, prin R_{210} se polarizează de la divizorul format din R_{241} la plusul alimentării și $R_{224} + R_{223} + R_{218}$ spre minusul alimentării;

— baza lui T_{203} se polarizează prin înfășurările secundare ale lui TR_{202}, TR_{204} și R_{211} de la emitorul lui T_{204}.

În acest fel, cu ajutorul semireglajului R_{218} se stabilesc simultan punctele de funcționare ale tranzistoarelor T_{203} și T_{204}.

Condensatoarele C_{221} și C_{215} filtrează tensiunile continue de polarizare de semnalele de *AF* reziduale.

ÎNTREBARE. Care este structura schemei electrice a *AFI* la produsul *Radiocasetofon stereo portabil* (Intreprinderea *Electronica*)?

RĂSPUNS. Conform schemei produsului, prezentată în planșa 3, amplificatorul de *FI* este realizat similar schemelor celor mai moderne prin utilizarea circuitului integrat *TBA 570* și a filtrelor ceramice pe *MA* și *MF*.

Pentru a se înțelege mai bine modul de funcționare, în figura 7.11 se reprezintă schema bloc a circuitului, avînd prezentate toate funcțiile asigurate de fabricant.

După cum se observă, funcțiile de amplificator de *AF* nu au fost folosite, piciorușele corespunzătoare circuitului fiind neconectate. De asemenea, nu s-a utilizat etajul de amestec *MA* ca amplificator *FI—MF*, întrucît acest lucru produce o instabilitate a amplificării pe *MF*, funcția acestuia fiind compensată cu un etaj separat, conectat la ieșirea blocului *UUS*, cu tranzistorul T_{204}.

● **Funcționarea pe MA.** Colectorul etajului mixer este conectat la pin prin *1* și are ca sarcină circuitul derivație format din primarul lui L_{303} și C_{307}. Între acesta și intrarea amplificatorului de *FI* combinat (pin *15*) se află conectat filtrul ceramic *MA—F 302*. Adaptarea la impedanțele de intrare și ieșire ale filtrului ceramic impuse de fabricant se realizează cu secundarul lui L_{303} la intrare și C_{308}, L_{304} la ieșire.

Amplificatorul de *FI* comun este realizat din două etaje amplificatoare de bandă largă, la care stabilitatea punctelor de funcționare este asigurată de un stabilizator de tensiune intern, avînd tensiunea limită de intrare de 6 V.

De asemenea, circuitul integrat asigură demodularea semnalului de *FI—MA*, obținîndu-se la pin *5* semnalul *AF*, care este filtrat de resturile de semnal f_i cu grupurile R_{411} și C_{410}, respectiv R_{412} și C_{411}, R_{417} și C_{412}, împiedicînd apariția unor oscilații parazite pe frecvența f_i și multiplii acesteia.

● **Funcționarea pe MF.** Semnalul *FI—MF* obținut la ieșirea blocului *UUS*, se aplică prin C_{222} la un etaj amplificator separat, realizat cu tranzistorul T_{204}, care are ca sarcină filtrul ceramic *MF—F 301*. Realizarea impedanțelor corecte de intrare și ieșire se obține cu R_{216} și R_{218}. Ieșirea filtrului ceramic este conectată la intrarea amplificatorului de *FI* comun (pin *15*). La ieșirea din *AFI*, circuitul integrat conține un limitator pentru diminuarea modulației parazite de amplitudine, realizat cu două tranzistoare.

Sarcina limitatorului o constituie primarul filtrului de bandă L_{401}, avînd conectat în secundar detectorul semnalelor *FI—MF*. Rezistența R_{304} face parte din circuitul de *RAA*, iar C_{311} asigură filtrarea acestei tensiuni.

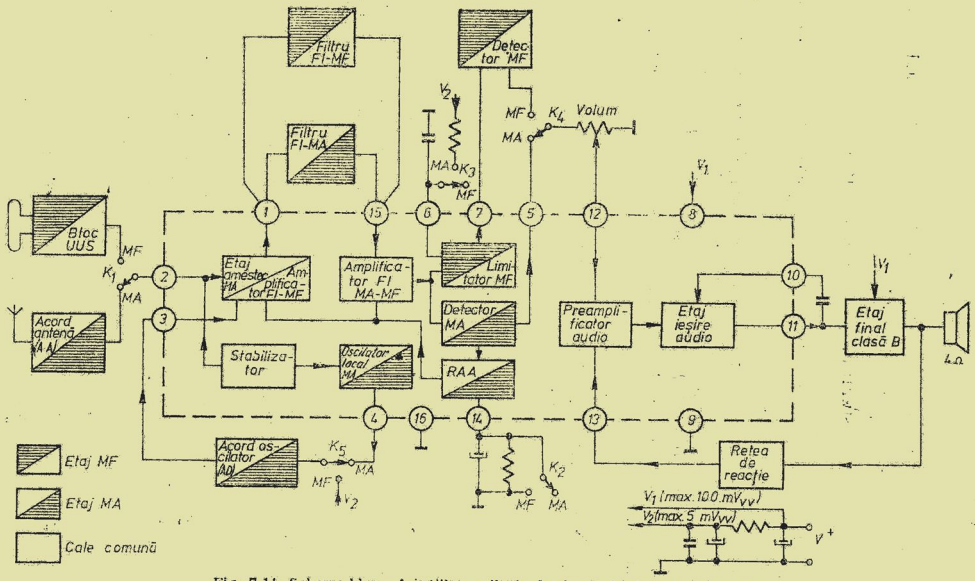


Fig. 7.11. Schema bloc a funcțiilor realizate de circuitul integrat. *TBA 570.*

Grupul de contacte *4c*, *5c*, *6c* au rolul de a bloca pe *MA*, respectiv a pune în funcțiune pe *MF* etajul limitator.

B. LUCRĂRI PRACTICE DE DEPANARE A ETAJELOR DE FI

1. SIMPTOME, CAUZE ȘI DEFECȚIUNI

Simptomele mai uzuale și care se pot datora defectării *AFI* sînt următoarele :

— *lipsa audiției;*
— *aparatul nu funcționează pe gamele de unde MA sau MF;*
— *aparatul nu recepționează posturi îndepărtate;*
— *recepția este însoțită de deformări ale sunetului pe posturile locale;*
— *recepția este însoțită de fluierături* (oscilații parazite).

Referitor la simptomele enunțate, se va răspunde la fiecare în parte la următoarele întrebări :

1) *Cum se manifestă și cum se identifică?*
2) *Care este influența asupra performanțelor?*
3) *Care sînt principalele cauze posibile de defectare?*
4) *Care sînt căile, metodele de identificare a cauzelor și aparatele utilizate pentru depanare?*

a. Lipsa audiției

Răspunsuri

1) Simptomul se manifestă prin imposibilitatea recepționării unui post de radiodifuziune. În difuzor se aude un ușor fîșîit, care indică funcționarea *AAF*. La aparatele cu *PU* sau intrare *PU*, acesta funcționează normal.

2) Sînt afectate toate performanțele.

3) Principalele cauze pot fi :

— defectarea componentelor active (tranzistoare sau circuite integrate) ;
— lipsa alimentării unui etaj sau polarizări incorecte ;
— întreruperea lanțului de parcurgere a semnalului de *FI* ;
— scurtcircuitarea la masă într-un punct a lanțului de amplificare.

4) În vederea localizării defectului pe etaj, se pot utiliza oricare din metodele indicate la capitolul 5, dintre care cea mai simplă constă în atingerea cu șurubelnița a intrării etajelor (baza tranzistoarelor) *AFI* pornind dinspre ieșire spre intrare. Etajul defect se identifică prin lipsa paraziților în difuzor, la atingere. Cu mai bune rezultate se poate utiliza trasatorul de semnal (multivibratorul astabil).

După identificarea etajului defect, se va trece la măsurări de c.c. pentru depistarea componentei defecte. Dacă toate tensiunile de polarizare sînt corecte, se vor verifica succesiv, prin înlocuire, toate componentele (bobine, condensatoare, rezistențe) care pot întrerupe sau scurtcircuita la masă lanțul de semnal fără să afecteze tensiunile continue.

Trebuie avut în vedere că dezacordarea circuitelor *AFI* nu poate scoate total din funcțiune aparatul, cînd acesta are la intrare o antenă corespunzătoare.

b. Aparatul nu funcționează pe gamele de unde MA sau MF

Răspunsuri

1) Simptomul se manifestă prin imposibilitatea recepționării posturilor fie în gamele *MA* (*UL*, *UM*, *US*), fie în gama *MF* (*UUS*). Recepția este însă normală în gama în care funcționează.

2) Sînt afectate toate performanțele legate de gama respectivă.

3) În vederea identificării cauzei defectului trebuie studiate cu atenție particularitățile schemei. Astfel, dacă aparatul conține un etaj *AFI* necomun, se va începe cu verificarea acestuia.

În *AFI* comun pentru *MA* și *MF*, pot exista următoarele cauze:

— întreruperea sau scurtcircuitarea legăturii dintre ieșirea mixerului (de *MA* sau *MF*) și intrarea în *AFI*;

— scurtcircuitarea unui element din circuitele acordate;

— defectarea unui element de comutare.

4) La acest defect se va acorda maximum de atenție localizării defectului pe etajele aparatului, ținînd cont că defectul poate fi provocat și de etajele demodulatoare, mixer *MA* sau bloc *UUS*.

Pentru localizarea etajului defect se va aplica o metodă ca la defectul precedent, ca de altfel și pentru identificarea componentei defecte.

c. Aparatul nu recepționează posturi îndepărtate

Răspunsuri

1) Simptomul se caracterizează prin recepția numai a posturilor apropiate, chiar cu o antenă corespunzătoare și în locuri neecranate pentru undele electromagnetice.

2) Principala performanță afectată a aparatului este sensibilitatea maximă și care poate fi apreciată că este mai slabă de:

— 5 mV/m în gamele *UL* și *UM* cu antena de ferită;

— 500 μV în gama de *US* pe antena telescopică;

— 100 μV în gama *UUS*.

3) Principalele cauze din *AFI* care pot conduce la reducerea sensibilității pot fi:

— modificarea polarizării la unul sau mai multe etaje;

— întreruperea unui condensator de decuplare;

— dezacordarea circuitelor acordate pe *FI*;

— defectarea unui tranzistor, sau a circuitului integrat *AFI*.

4) Localizarea defectului în etajele de *RF* sau *AFI* este posibilă numai cu ajutorul unui generator de semnale cu atenuator calibrat și în prezența schemei de principiu a aparatului, la care se indică nivelul semnalului la intrarea fiecărui etaj (pentru obținerea puterii standard la ieșire).

Întrucît, de cele mai multe ori, aceste condiții nu pot fi îndeplinite, sîntem obligați să procedăm în felul următor :

— se va face acordul circuitelor din *AFI*, precum și ale *RF* (numai circuitele de intrare, dacă posturile recepționate corespund cu etalonarea scării) ;

— se vor măsura punctele statice de funcționare ale tranzistoarelor din *AFI* și *RF* (este suficientă numai măsurarea tensiunilor pe rezistențele din emitoare) ;

— se vor verifica succesiv, prin înlocuire, toate condensatoarele de cuplare din emitoare, colectoare (după circuitele oscilante), precum și din alimentarea generală ;

— se vor verifica, prin înlocuire, toate condensatoarele, precum și celelalte elemente de cuplaj dintre etaje.

După cum se vede, metoda de identificare este foarte laborioasă, necesitînd și un timp îndelungat. Din acest motiv, se va acorda maximum de atenție studiului vizual al montajului, în vederea depistării unor eventuale intervenții necorespunzătoare.

d. Recepția este însoțită de deformări ale sunetului pe posturi locale

Răspunsuri

1) Ascultînd cu atenție aparatul, se va observa că deformările (distorsiunile) sunetului apar doar pe posturile apropiate și, chiar în cazul lor, acestea se atenuează cînd dezacordăm ușor aparatul de pe post.

2) Performanța afectată este eficacitatea sistemului de *RAA*.

3) Principalele cauze de defectare :

— sistemul de *RAA* ;

— creșterea curentului (amplificării) prin unul sau mai multe etaje din *AFI* sau *RF* ;

— întreruperea condensatorului de filtraj din circuitul de *RAA*.

4) Întrucît, de cele mai multe ori, defectarea sistemului de *RAA* afectează polarizările tranzistoarelor din *AFI*, se va aplica *metoda verificării punctelor statice de funcționare a tranzistoarelor*. Frecvent, acest defect se datorează scurtcircuitării sau a rezistenței slabe de izolație a condensatoarelor ceramice utilizate la cuplaje sau decuplaje în aceste etaje și care au ca efect modificarea punctelor statice de funcționare ale tranzistoarelor.

e. Recepția este însoțită de fluierături (oscilații parazite)

Răspunsuri

1) Acest defect se poate manifesta în următoarele moduri :

— fluierăturile apar pe toate gamele aparatului ;

— fluierăturile apar doar pe o porțiune a unei game ;

— fluierăturile apar doar pe unele frecvențe discrete ;

— fluierăturile apar de la un nivel în sus al potențiometrului de volum.

2) Performanța afectată în principal este fidelitatea audiției.

3) Cauzele posibile care determină apariția fluierăturilor pot fi grupate în patru categorii:

— creșterea amplificării unuiă sau mai multor etaje din *AFI* sau *RF*;
— întreruperea unui condensator de decuplare dintr-un etaj, sau a unui condensator de filtraj a tensiunii de alimentare sau de *RAA*;
— întreruperea unei legături de masă;
— dezalinierea circuitelor de *RF*.

4) Pentru depistarea cauzei apariției fluierăturilor, cînd acestea se manifestă în toate gamele, se vor măsura punctele statice de funcționare în *AFI* și *RF*. În cazul că acestea sînt conform schemei, se vor verifica succesiv condensatoarele de cuplare ale etajelor, precum și cele de filtraj a tensiunii de alimentare și de *RAA*. În acest caz, nu este necesară eliminarea condensatorului suspect, așa că vom pune în paralel cu fiecare un alt condensator de valoare apropiată sau egală.

Se va da atenție verificării condensatoarelor de filtraj ale detectorului *MA*, precum și cel de dezaccentuare *MF*.

În cazul că fluierăturile apar doar pe una din game, se va verifica circuitul de comutare a gamei și, în primul rînd, legătura cu condensatorul variabil, după care se va verifica alinierea circuitului de intrare respectiv.

2. PROBLEME DE DEPANARE REZOLVATE

7.1. Să se stabilească etajul și componentele posibil defecte în cazul simptomului *lipsa audiției* la *combina Stereoson*.

Rezolvare. Considerăm, în cadrul acestui simptom, verificate etajele discriminator *MF* și detector *MA*; astfel, defectul este delimitat în etajul amplificator de frecvență intermediară. Cum lipsa audiției se constată atît în cazul gamei de unde medii, cît și în cazul gamei de unde ultrascurte, defectul se localizează în *AFI* în etajele comune celor două căi. Partea de schemă astfel studiată va conține T_{203} și T_{204} cu componentele aferente acestora. Cauzele pot fi:

— element activ defect, respectiv T_{203} sau T_{204};
— funcționarea incorectă a unui element activ (punct static de funcționare incorect) datorată polarizării incorecte;
— întreruperea căii de semnal sau șuntarea acesteia la masă.

Cu ajutorul unui ohmmetru se vor verifica tranzistoarele T_{202} și T_{204} și se vor verifica transformatoarele TR_{202}, TR_{204} ca să nu fie secundarele întrerupte. Se verifică primarele transformatoarelor TR_{202} TR_{204} să nu prezinte scurtcircuite, la fel C_{208}, C_{212}. Cu un voltmetru de c.c. se verifică punctele statice de funcționare la T_{203}, T_{204}, depistînd astfel eventualele polarizări incorecte datorate rezistențelor R_{209}, R_{215}, R_{210}, R_{212}, R_{208} R_{312}, R_{211}.

Totodată se verifică și tensiunile de alimentare. Se verifică eventuala întrerupere a căii de semnal dată de întreruperea lui C_{214}. Se verifică condensatoarele de decuplare C_{213}, C_{217} și C_{215}, care, întrerupte, scad amplificarea semnificativ, sau în scurtcircuit scot tranzistoarele din regiunea normală de funcționare. Se verifică vizual continuitatea traseelor sau eventualele scurtcircuite.

În cazul în care avem la dispoziție un generator, se va injecta semnal dinspre colectorul lui T_{204} spre baza lui T_{203}. Astfel se va identifica etajul care nu funcționează, respectiv eventualul traseu întrerupt sau șuntat la masă.

Restrîngînd astfel aria căutării defectului, găsirea acestuia cu ohmmetrul și voltmetrul este mult ușurată.

7.2. Să se stabilească cauza defectului *lipsa audiției* în cazul produsului *radiocasetofon stereo portabil.*

Rezolvare. Defectul se manifestă prin absența informației audio la ieșirea receptorului, existînd totuși fișiitul caracteristic amplificatorului de joasă frecvență; se presupune totodată funcționarea corectă a decodorului stereofonic și a etajului detector din circuitul integrat.

Cauzele posibile ale apariției simptomului pot fi:

— întreruperea căii de semnal sau șuntarea acesteia la masă, prin întreruperea unei rezistențe din grupul R_{411}, R_{412}, R_{417}, sau scurtcircuitarea unui condensator din grupul C_{410}, C_{411}, C_{412}. Întreruperea căii de semnal poate avea loc și în comutatorul *UUS*, pinii *1 c—2 c* și *1 d — 2 d*, simultan cu defectarea blocului discriminatorului *MF*;

— șuntarea la masă a pinului *15* al circuitului integrat *TBA 570*, dispărînd astfel semnalul de frecvență intermediară pentru ambele căi (*MA* și *MF*);

— defectarea propriu-zisă a etajului *AFI* din *TBA 570.*

În ceea ce privește întreruperea căii de semnal sau șuntarea acesteia la masă, pentru verificare este suficient un ohmmetru cu care se încearcă elementele menționate anterior. Vizual, se vor verifica lipiturile și căile de semnal, urmărindu-se cu ajutorul unei lupe o eventuală fisură a cablajului.

Cu un voltmetru de c.c se vor verifica tensiunile la pinii circuitului integrat. În cazul defectării circuitului integrat, injectînd cu un generator la pinul *15* (intrare *AFI*) semnal modulat *MA* și *MF*, la ieșirea circuitului integrat nu vom avea semnal (audio pentru *MA*, pentru *MF* semnal la pinul *7* sau audio după T_{401}).

Capitolul 8
ETAJE DEMODULATOARE ŞI DECODOARE STEREO

Demodulatoarele sînt reprezentate de acele etaje din schema electrică a radioreceptorului care au rolul de a separa, din semnalul de frecvenţă intermediară (modulat fie în amplitudine, fie în frecvenţă), informaţiile utile (semnalele de audiofrecvenţă) ce trebuie transmise ascultătorului unei emisiuni de radiodifuziune. În funcţie de tipul de modulaţie al semnalului de *FI* se deosebesc două tipuri de demodulatoare : pentru semnale modulate în amplitudine (*MA*) şi pentru semnale modulate în frecvenţă (*MF*).

Decodoarele stereo, tratate de asemenea în cuprinsul acestui capitol, urmează în schema bloc a unui radioreceptor stereofonic după demodulatoarele *MF*, avînd rolul de a separa semnalele corespunzătoare celor două canale.

A. PROBLEME SPECIFICE ETAJELOR DEMODULATOARE ŞI DECODOARE STEREO

1. DEMODULATORUL *MA*

ÎNTREBARE. Ce funcţie îndeplineşte demodulatorul *MA*?

RĂSPUNS. Demodulatorul *MA* extrage informaţia utilă — semnalul audio din semnalul de frecvenţă intermediară, modulat în amplitudine; în plus, împreună cu etajul amplificator din care face parte, contribuie la stabilirea sensibilităţii globale a receptorului şi participă direct la realizarea reglajului automat al amplificării (*RAA*).

ÎNTREBARE. Contribuie demodulatorul *MA* la selectivitatea receptorului?

RĂSPUNS. În mod uzual, cum etajul demodulator *MA* este sarcina acordată a unui tranzistor, conform schemei din figura 8.1, este evident că la selectivitatea globală va contribui şi acest etaj. Factorul de calitate al circuitului acordat încărcat cu detectorul *MA* va defini ponderea acestui etaj în deţinerea selectivităţii globale.

În montajele ce folosesc *CI* pentru calea *MA*, detecţia *MA* nu se realizează cu circuit acordat,

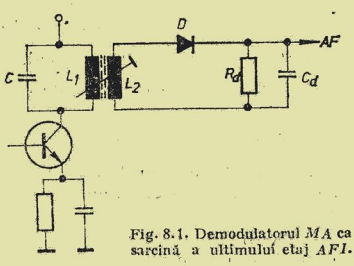


Fig. 8.1. Demodulatorul *MA* ca sarcină a ultimului etaj *AFI*.

selectivitatea receptorului fiind asigurată de filtrul de frecvență intermediară; ca atare, demodulatorul *MA* nu contribuie la selectivitatea globală.

ÎNTREBARE. De ce în etajele tranzistorizate se folosește demodulatorul cu diodă serie și cum funcționează acesta?

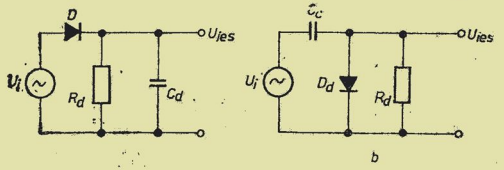


Fig. 8.2. Demodulatoare *MA*: *a* — cu diodă serie; *b* — cu diodă paralel.

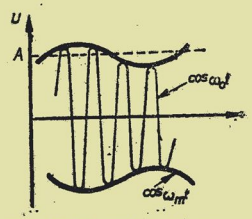


Fig. 8.3. Semnal de *FI* cu *MA* cosinusoidală.

RĂSPUNS. Demodulatorul cu diodă serie (fig. 8.2, *a*), față de varianta sa cu diodă paralel (fig. 8.2, *b*), prezintă avantajul unei impedanțe de sarcină mai mari.

Pentru a justifica această informație, se prezintă în figura 8.3 un semnal de *FI* modulat cosinusoidal în amplitudine și, folosind notațiile din figurile 8.2 și 8.3 se poate scrie:

$$U_i = A(1 + m \cos \omega_m T) \cos \omega_0 t, \qquad (8.1)$$

în care:

ω_m este pulsația semnalului modulator;
ω_0 — pulsația semnalului de *FI* purtător;
A — amplitudinea semnalului purtător;
m — gradul de modulație.

În cazul schemei din figura 8.2, *a*, dioda D va conduce cînd $(U_i - U_{ies}) > U_p$, U_p fiind tensiunea de deschidere a diodei, la care începe încărcarea condensatorului C_d. În situația în care $(U_i - U_{ies}) < U_p$, dioda este blocată și condensatorul C_d se descarcă prin R_d. Practic, dioda va conduce perioade scurte de timp (față de ω_m unghiul de deschidere este mic). La ieșirea detectorului se obține:

$$U_{ies} \approx mA \cos \omega_m T, \qquad (8.2)$$

adică semnalul modulator original.

Se poate calcula că impedanța detectorului serie este $\frac{1}{2} R_d$, iar cea a detectorului paralel $\frac{1}{3} R_d$.

Rezultă că detectorul serie încarcă mai puțin etajul amplificator de *FI* ce-l are ca sarcină; amplificarea acestui etaj va fi mai mare în primul caz.

ÎNTREBARE. Ce influență au asupra performanțelor *rr* elementele demodulatorului *MA*?

RĂSPUNS. Deoarece diodele detectoare de fabricație curentă au parametrii acoperitori în ceea ce privește restricțiile impuse de proiectare (liniaritate, rezistență dinamică mică etc.), alegerea se reduce la aceea a elementelor R_d, C_d; la acestea se adaugă elementele suplimentare necesare filtrării audio și pentru *RAA*.

Elementele principale urmărite în alegerea componentelor R_d, C_d sînt:

— cîștig maxim pe etajul detector;

— distorsiuni minime;

— asigurarea posibilității comenzii *RAA*;

— realizarea benzii de trecere necesare.

Realizarea acestor deziderate se efectuează astfel:

— pentru cîștig optim pe etajul detector *MA*, este de dorit ca Q-ul etajului acordat din colectorul lui T_1 (v. fig. 8.1) să fie maxim; aceasta înseamnă o încărcare minimă a circuitului, deci este necesar ca R_d să fie mare;

— distorsiunile minime se obțin din alegerea lui R_d astfel încît în regim dinamic etajul detector să prezinte o impedanță cu abateri minime; deci se dorește R_d mic:

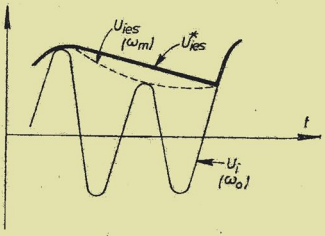


Fig. 8.4. Distorsiuni de neurmărire la demodulatoarele *MA*.

se poate arăta că $R_d < \frac{1}{4} R_f$ este o condiție acoperitoare (R_f reprezintă rezistența filtrelor ce urmează detectorului). Din punctul de vedere al distorsiunilor de neurmărire (fig. 8.4) este de dorit ca:

$$\omega_m < (1 - 1{,}5) \frac{1}{R_d C_d}, \tag{8.3}$$

După cum se vede în figură, C_d încărcat prin D la pulsul pozitiv al semnalului U_i se descarcă (U^*_{ies}) prin R_d prea lent pentru a putea urmări U_{ies}, deci $U^*_{ies} \neq U_{ies}$; semnalul la ieșire este distorsionat în cazul neîndeplinirii condiției (8.3);

— în ceea ce privește asigurarea comenzii de *RAA*, este necesar ca energia absorbită de aceasta să fie neglijabilă, deci este necesar R_f mic (impedanță mică) și deci R_d mic — situație contradictorie cu prima condiție;

— asigurarea benzii audio impuse se reduce la a alege:

$$\omega_{m\,max} = \frac{1}{R_d C_d}. \tag{8.4}$$

După cum se observă, realizarea unui compromis este necesară pentru optimizarea performanțelor.

ÎNTREBARE. Care este rolul circuitelor de filtrare?

RĂSPUNS. Circuitele de filtrare sînt de două feluri, după cum se observă din figura 8.5.

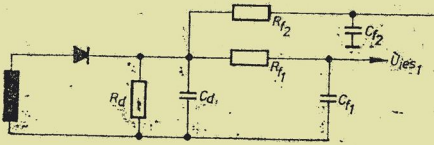


Fig. 8.5. Demodulator *MA* cu circuite de filtrare.

Circuitul R_{f1}, C_{f1} după care se culege U_{ies1} are o frecvență caracteristică:

$$\omega_m < \omega_{f1} < \omega_0,$$

astfel încît realizează o filtrare suplimentară a restului de frecvență purtătoare ω_0 spre etajele amplificatoare de *AF*.

Circuitul R_{f2} C_{f2} are o constantă de timp de ordin infrasonor, la ieșirea sa (U_{ies2}), tensiunea este practic continuă și proporțională cu nivelul amplitudinii frecvenței intermediare; această tensiune va servi la comanda sistemului *RAA*.

ÎNTREBARE. Cum se extrage tensiunea de *RAA* din demodulatorul *MA*?

RĂSPUNS. În figura 8.6 se prezintă schema unui etaj detector cu circuitele de comandă de *RAA*; semnalul detectat de dioda *D* și grupul R_dC_d este filtrat suplimentar de grupul R_{f1}, C_{f1} și apoi trimis spre blocul de *AF*.

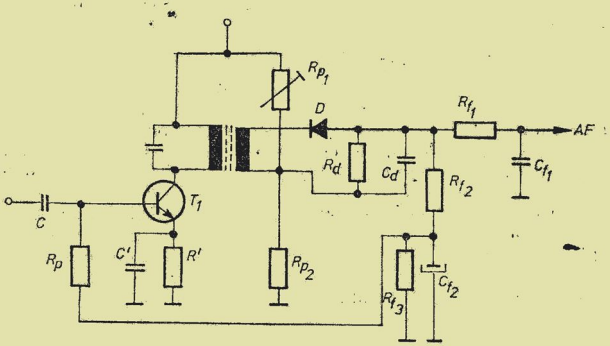


Fig. 8.6. Demodulator *MA* cu circuite de comandă *RAA*.

Grupul R_{f2}, C_{f2} dă tensiunea continuă care prin R_p polarizează T_1; la nivel maxim de semnal în baza lui T_1 potențialul pe condensatorul C_{f2} scade, curentul prin T_1 scade, scăzînd și amplificarea acestuia.

La nivel mic, cînd *RAA* nu intră în funcțiune, polarizarea lui T_1 este asigurată prin R_p, R_{f2} de divizorul R_{p1}, R_{p2}.

Rezistența R_{12} descarcă condensatorul C_{12}, pentru ca acesta să nu prezinte fenomenul de „inerție", respectiv după trecerea de pe semnal puternic pe semnal slab, C_{12} să se descarce relativ repede, astfel încît T_1 să amplifice corect.

ÎNTREBARE. Cum se realizează *RAA* la combina muzicală *STEREOSON CMS—1*?

RĂSPUNS. La combina muzicală *CMS—1* (v. planșa 2), pentru a se obține o eficacitate sporită a sistemului *RAA*, acesta acționează asupra tranzistoarelor T_{203} și T_{204}.

Semnalul demodulat *MA* de grupul D_{205}, R_{223}, C_{225} este aplicat părții de joasă frecvență prin grupul de filtrare suplimentară R_{225}, C_{226}, : acestui grup îi urmează grupul de filtraj „taie joase" format din $C_{224}R_{226}$ cu scopul îmbunătățirii audiției, deoarece o componență spectrală bogată în frecvențe joase are tendința subiectivă de „mascare" a frecvențelor medii-înalte și deci o scădere a inteligibilității sunetului.

De la bornele grupului de filtrare R_{223}, C_{225} se separă componenta continuă de cea audio prin filtrul „trece jos" format din R_{224} și C_{221}.

Tensiunea de la bornele condensatorului C_{221} va fi deci proporțională în modul cu amplitudinea purtătoarei de *FI* și va polariza prin R_{210} tranzistorul T_{204}.

La creșterea amplitudinii purtătoarei, tensiunea pe C_{221} scade, deoarece dioda D_{205} se deschide pentru pulsurile negative date de Tr_{206}; aceasta atrage după sine scăderea curentului de bază al tranzistorului T_{204}. Cum reglajul *RAA*, efectuat la un singur element activ, nu ar fi fost suficient, s-a recurs la soluția următoare: căderea de tensiune pe rezistența R_{212} din emitorul tranzistorului T_{204} polarizează în c.c. tranzistorul T_{203} prin grupul de filtrare R_{211}, C_{215} și secundarele transformatoarelor Tr_{204} și Tr_{202}. Astfel, la semnal puternic, curentul tranzistorului T_{204}, scăzînd după cum s-a arătat mai sus, scade tensiunea pe R_{212} și implicit curentul de bază al tranzistorului T_{203}, o dată cu acesta scăzînd și amplificarea etajului.

ÎNTREBARE. Cum se realizează polarizarea etajului detector *MA* din combina *CMS—1*?

RĂSPUNS. În lipsa semnalului la antenă, sistemul *RAA* nu funcționează și, ca atare, tranzistoarele T_{203} și T_{204} au amplificare maximă; după cum s-a văzut, T_{203} este polarizat de T_{204} prin curentul de emitor al acestuia (tensiunea culeasă pe R_{212}). La rîndul său, T_{204} este polarizat prin R_{210}, R_{224} de la detecție.

A fost deci necesară o translatare de potențial de c.c. care să asigure polarizarea corectă a lui T_{204}. Această translatare este efectuată prin cuplarea secundarului lui Tr_{206} la divizorul format de rezistențele R_{218} și R_{217}.

ÎNTREBARE. Care sînt elementele detecției *MA* și sistemului de *RAA* la radiocasetofonul stereo portabil prezentat în planșa 3?

RĂSPUNS. Circuitul integrat *TBA 570*, folosit în schema radiocasetofonului stereo portabil, are o structură internă relativ complicată față de un receptor cu elemente discrete, structură ce urmărește ușurarea proiectării la utilizator odată cu creșterea performanțelor asigurate. În acest sens a fost realizat detectorul *MA*, care nu utilizează circuit acordat exterior.

În figura 8.7 se indică schema de detecție și *RAA* utilizată în radiocasetofon, echipată cu circuitul integrat *TBA 570*.

Tranzistorul Q_{22} este conectat ca diodă și are ca sarcină dioda D_2 polarizată invers, care prezintă o capacitate de aproximativ 63 pF, în paralel cu impedanța prezentată de Q_{23}.

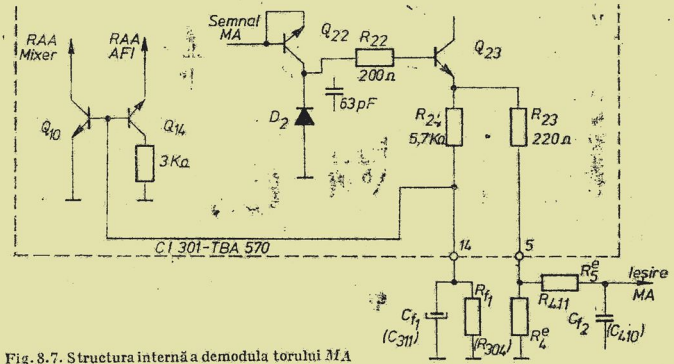


Fig. 8.7. Structura internă a demodulatorului *MA* din *ci TBA 570*.

Rezultă că prin modificarea rezistenței de emitor a lui Q_{23} se modifică constanta de timp a grupului de detecție; utilizatorului îi este accesibil conform schemei pinul *5*, unde, modificînd valorile componentelor R_5^e, R_5^e și C_{f2}, se modifică rezistența de emitor a lui Q_{23}. Totodată, grupul R_5^e, C_{f2} face filtrarea suplimentară a semnalului audio.

În ceea ce privește reglajul *RAA*, tensiunea de comandă pentru acesta se ia intern de la R_{24} din emitorul lui Q_{23}, filtrarea avînd loc cu grupul R_{24}, C_{f1}. Această tensiune comandă tranzistoarele Q_{10} și Q_{14} care acționează, la rîndul lor, asupra mixerului, respectiv asupra amplificatorului de frecvență intermediară.

La creșterea nivelului semnalului *MA*, tensiunea la bornele condensatorului C_{f1} crește, deschizînd tranzistoarele Q_{10} și Q_{14} ce acționează astfel în sensul scăderii amplificării semnalului pe lanțul *MIXER—AFI*.

Utilizatorului îi este accesibil pinul *14* al circuitului integrat, unde, reglînd valoarea rezistenței R_{f1}, reglează pragul de intrare al sistemului de *RAA*.

2. DEMODULATORUL MF

ÎNTREBARE. Ce funcție îndeplinește demodulatorul *MF*?

RĂSPUNS. Demodulatorul *MF* are rolul extragerii informației utile: semnalul de audiofrecvență din semnalul frecvenței intermediare modulate în frecvență.

Uzual, în montajele moderne, din demodulator se extrage și o informație referitoare la modul în care a fost făcut acordul pe post, informație cu ajutorul căreia se poate realiza corecția automată a acordului pe post (*CAF* — controlul automat al frecvenței).

ÎNTREBARE. Care sînt cerințele impuse demodulatorului *MF*?

RĂSPUNS. Principalele performanțe care interesează la realizarea unui demodulator sînt: sensibilitatea, distorsiunile, impedanța de intrare, stabilitatea parametrilor și gradul de dificultate în reglarea acestuia.

● **Sensibilitatea** se definește ca raportul dintre amplitudinea tensiunii demodulate U_m și deviația de frecvență Δf a semnalului modulat:

$$S = \frac{U_m}{\Delta f} \text{ [V/Hz]}. \tag{8.5}$$

Evident ca o sensibilitate ridicată contribuie la îmbunătățirea sensibilității globale a receptorului.

Sensibilitatea nu este independentă de frecvență; la creșterea frecvenței sensibilitatea scade, deci apar astfel distorsiuni liniare.

Pe lîngă aceste distorsiuni liniare ce pot fi compensate în mare măsură, apar la ieșirea demodulatorului și frecvențe multiplu de frecvența demodulată, deci distorsiuni armonice.

● **Impedanța de intrare** a demodulatorului, asimilată unei rezistențe în paralel cu un condensator, exercită un efect de șuntare a sarcinii etajului ce atacă demodulatorul.

Prin aceasta se influențează cîștigul acestui etaj și, global, sensibilitatea receptorului.

● **Stabilitatea parametrilor** interesează în special pe termen lung și este dependentă atît de schema aleasă, cît și de calitatea componentelor folosite.

● **Dificultatea în reglare** impune alegerea tipului de aparatură folosită la reglaj și eficiența folosirii acesteia.

ÎNTREBARE. Ce tipuri de demodulatoare *MF* se folosesc?

RĂSPUNS. Principalele tipuri de demodulatoare *MF* sînt:
— demodulatorul cu circuit dezacordat;
— discriminatorul de fază;
— discriminatorul de raport;
— detectorul de fază (în cuadratură).

Dintre acestea, cele mai folosite sînt ultimele două tipuri de demodulatoare *MF*.

ÎNTREBARE. Cum acționează demodulatorul *MF* cu circuit dezacordat?

RĂSPUNS. Schema acestui demodulator este prezentată în figura 8.8 și conține un circuit dezacordat față de frecvența purtătoare a semnalului modulat (*MF*) și un detector de amplitudine (detector *MA*).

Circuitul derivație L_aC_a are frecvența de rezonanță $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_aC_a}}$, o frecvență la care tensiunea la bornele sale are un maxim de amplitudine U_r.

Putem defini un raport $\left|\frac{U}{U_r}\right|$, unde U este tensiunea la bornele acestui circuit cînd frecvența diferă de frecvența de rezonanță. În figura 8.9 apare

această curbă de dependență a raportului de frecvență. Se alege ca punct de funcționare al demodulatorului *MF* o frecvență f_0, astfel încît de o parte și alta a lui f_0 curba să fie cît mai liniară.

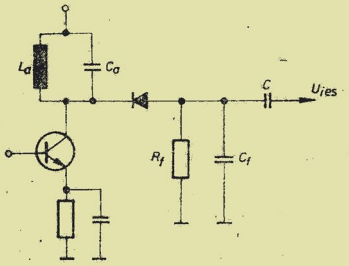


Fig. 8.8. Demodulator *MF* cu circuit dezacordat.

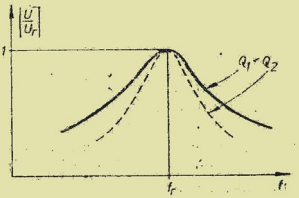


Fig. 8.9. Curba de rezonanță a circuitului L_aC_a din figura 8.8.

Conform celor ilustrate în figura 8.10, modulația *MF* este transformată prin acest circuit în modulație *MA* ce se detectează cu diodă și grup de filtrare, conform schemei din figura 8.8.

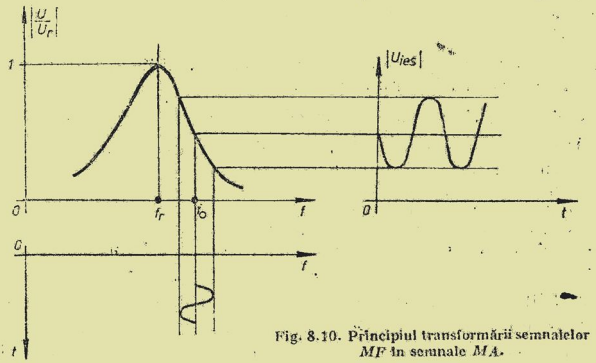


Fig. 8.10. Principiul transformării semnalelor *MF* în semnale *MA*.

Avantajul acestei metode constă în simplitatea sa; dezavantajele sînt însă predominante. Astfel, pentru a avea o bună sensibilitate, conform figurii 8.10 se deduce că este necesar un factor de calitate Q mai bun pentru circuitul L_aC_a; dar un Q mai bun pentru un coeficient de distorsiuni maxim admisibil restringe nepermis de mult $|\Delta f_{max}|$ admis la modulare. Dar chiar pentru un Q mic ales $|\Delta f_{max}|$ este destul de mic, iar distorsiunile sînt apreciabile.

O variantă la acest circuit este folosirea a două circuite dezacordate de o parte și alta a frecvenței purtătoare, cu două circuite de detecție MA, astfel încît tensiunea la ieșire să fie egală cu diferența tensiunilor parțiale (fig. 8.11, *a*). Se obține astfel un racord al caracteristicilor, conform figurii 8.11, *b*. În acest caz, $|\Delta f_{max}|$ se dublează, iar distorsiunile scad. Totuși, montajul are dezavantajul unei puternice dependențe a performanțelor de stabilitatea componentelor folosite.

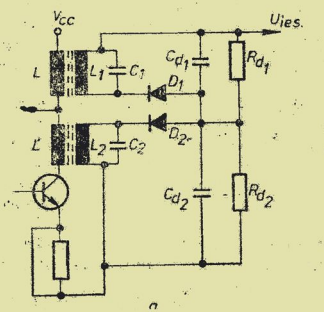


Fig. 8.11. Demodulator MF cu două circuite dezacordate simetric: *a* — schema electrică; *b* — racordarea caracteristicilor.

ÎNTREBARE. Cum funcționează discriminatorul de fază?

RĂSPUNS. În figura 8.12 se prezintă schema electrică a unui discriminator de faze.

Schema conține un tranzistor amplificator T ce are ca sarcină în colector circuitele cuplate L_1C_1 și L_2C_2 acordate pe frecvența purtătoare f_0. Circuitele cuplate permit transformarea oscilației MF într-o oscilație MA demodulată de D_1, C_{d_1}, R_{d_1} și D_2, C_{d_2}, R_{d_2}. Se observă că bobina L este conectată prin C, C_{d_2} și sursa E_a în paralel cu circuitul acordat L_1C_1, deci la bornele ei vom regăsi tensiunea U_1.

Tensiunile $\underline{U}_I$ și $\underline{U}_{II}$ ce apar pe diodele D_1, respectiv D_2 sînt date de relațiile:

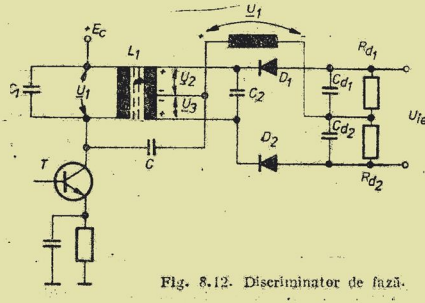


Fig. 8.12. Discriminator de fază.

$$\underline{U}_I = \underline{U}_1 + \underline{U}_2,$$
$$\underline{U}_{II} = \underline{U}_1 + \underline{U}_3. \tag{8.6}$$

La rezonanță, amplitudinile tensiunilor pe diode sînt egale $|\underline{U}_I| = |\underline{U}_{II}|$ și, din acest motiv, prin modul de conectare vom avea $U_{ies} = 0$.

La frecvențe diferite de frecvența de rezonanță, egalitatea tensiunilor pe diode nu mai este satisfăcută, astfel încît la ieșire apare o tensiune proporțională cu abaterea frecvenței de la cea de acord. Se poate deduce că și pentru discriminatorul de fază este valabilă caracteristica S din figura 8.11, *b*.

Schema discriminatorului de fază este relativ simplă și prezintă o bună stabilitate a caracteristicii S. Dezavantajul acestui montaj constă în transmiterea la ieșire a eventualelor modulații parazite de amplitudine.

Pentru evitarea acestui neajuns, în schema receptorului se introduc unul sau două etaje amplificatoare cu scopul limitării amplitudinii semnalului de frecvență intermediară; astfel, modulația de amplitudine parazită este diminuată și tensiunea aplicată discriminatorului este exclusiv modulată în frecvență.

Totodată, prin alura curbei S se deduce că la un dezacord al frecvenței de acord, frecvența semnalului ce atacă discriminatorul diferă de f_0. Cu alte cuvinte, punctul static de funcționare pe curba S se modifică, iar la ieșire apare o componentă continuă. Practic, această componentă este informația necesară cunoașterii abaterii de la acordul corect; cu această tensiune se poate ataca o diodă varicap ce modifică frecvența oscilatorului receptorului.

Se crează astfel o buclă de reacție negativă care, pentru o bandă definită (banda de prindere), reglează automat acordul receptorului pe postul recepționat (*CAF* — control automat al frecvenței).

Rezultă că, în mod corect, acordul se efectuează cu sistemul *CAF* deconectat, astfel încît oscilația liberă a oscilatorului local să dea frecvența intermediară, cît mai apropiată de cea nominală. După aceasta se cuplează sistemul *CAF*, acesta compensînd eventualele derive termice sau mecanice ale receptorului de pe postul recepționat.

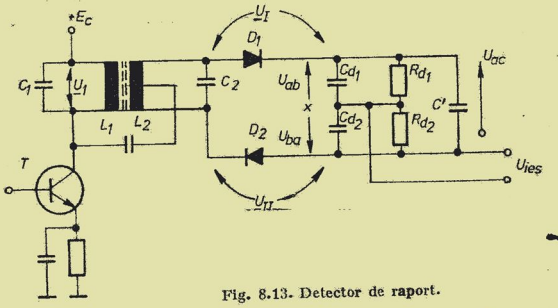


Fig. 8.13. Detector de raport.

ÎNTREBARE. Cum funcționează detectorul de raport?

RĂSPUNS. Schema electrică de principiu a detectorului de raport se indică în figura 8.13. Schema detectorului de raport este asemănătoare cu cea a discriminatorului de fază prezentat anterior, comportînd următoarele deosebiri:

— diodele D_1 și D_2 sînt conectate astfel încît tensiunea U_{ac} de la bornele *a*, *c* (fig. 8.13) este egală cu suma tensiunilor U_{ab} și U_{bc};

— la ieșirea demodulatorului este montat condensatorul C' de capacitate mare (μF).

După cum s-a văzut de la discriminatorul de fază, tensiunile U_I și U_{II} variază cu variația frecvenței semnalului, astfel încît atunci cînd U_I crește, U_{II} scade și invers. Astfel, se poate considera că tensiunea măsurată la bornele *a*, *c* este constantă cînd frecvența variază; în schimb, tensiunile U_{ab}, U_{bc} variază proporțional cu frecvența semnalului, deci oricare dintre ele reprezintă oscilația demodulată (semnal *AF*).

Avantajul detectorului de raport constă în faptul că nu mai necesită etaje de limitare anterioare pentru a elimina modulația de amplitudine parazită; rolul acestor etaje este preluat de condensatorul C'. Acest tip de discriminator este foarte răspîndit în montajele tranzistorizate, fiind relativ simplu și asigurînd performanțe corespunzătoare unui aparat de clasă medie.

Față de schema din figura 8.13, făcîndu-se artificii în structura grupurilor de detecție sau a modului în care se obține tensiunea U, există o întreagă gamă de variante constructive. Pentru exemplificare, să examinăm detectoarele de raport din combina muzicală *CMS — 1* și radiocasetofonul stereo-portabil produse de Întreprinderea *Electronica* (v. planșele 2 și 3).

După cum se observă din ambele scheme, tensiunea U a fost obținută construind bobina L pe primarul lui *TR 205* la combina *CMS—1*, respectiv pe primarul bobinei L_{401} în radiocasetofon.

În radiocasetofonul stereo a fost folosit ca *FI MA—MF* circuitul integrat *TBA 570*, care pe calea *MF* conține practic un discriminator de raport clasic.

ÎNTREBARE. Se folosesc uzual alte tipuri de discriminatoare?

RĂSPUNS. În ultima vreme, o dată cu apariția circuitelor integrate complexe în domeniul radio, se preferă utilizarea demodulatorului în cuadratură; aceasta se datorează faptului că structura sa este simplă și ușor de reglat, problemele de stabilitate sînt minime, iar complicarea etajelor anterioare cu amplificatoare-limitatoare de amplitudine este cuprinsă în circuitul integrat.

ÎNTREBARE. Cum funcționează demodulatorul în cuadratură?

RĂSPUNS. Ideea care stă la baza demodulatorului în cuadratură (detector de fază) constă în utilizarea unui multiplicator analogic, pe ale cărui intrări se aplică: pe o intrare semnalul *MF* amplificat și limitat și pe cealaltă intrare semnalul *MF* trecut printr-un circuit defazor. Acest circuit defazor introduce în semnalul *MF* un defazaj dependent de frecvența instantanee a semnalului; deci la intrarea multiplicatorului se vor aplica două semnale cu aceeași pulsație instantanee, dar defazate funcție de deviația de frecvență.

Ca circuit defazor se folosește un circuit acordat pe frecvența intermediară (10,7 MHz).

În figura 8.14 este reprezentată caracteristica de amplitudine și fază a circuitului defazor.

Semnalul de frecvență intermediară amplificat și limitat de circuitul de *FI* din circuitul integrat se aplică rețelei de defazare, astfel încît, la frecvența de acord a circuitului, tensiunea de ieșire este defazată față de cea de la intrare cu 90°.

Conform caracteristicii din figura 8.14, diferența de fază se va modifica o dată cu modificarea frecvenței semnalului *FI*. Se poate demonstra că la ieșirea multiplicatorului se obține printr-o integrare chiar semnalul modulator.

Deoarece se admite o cădere a caracteristicii de amplitudine la ieșirea defazorului de maximum 3 dB, rezultă că $\Delta f_{max} = \frac{f_0}{Q}$, deci factorul de

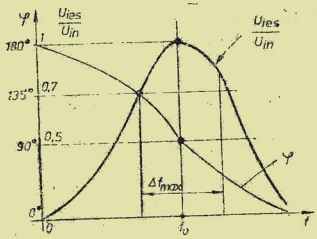


Fig. 8.14. Caracteristica *amplitudine — fază* a circuitului defazor.

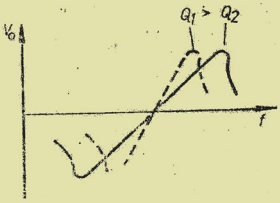


Fig. 8.15. Dependența caracteristicii *S* de factorul de calitate al circuitelor.

calitate al circuitului acordat este definitoriu pentru curba *S* obținută (fig. 8.15). Din figura 8.15 reiese că o creștere a factorului de calitate a circuitului acordat duce la o creștere a sensibilității detectorului, dar și la o micșorare a deviației de frecvență admisibile Δf_{max}.

În figura 8.16 se prezintă parțial circuitul integrat *IPRS*, β*M 3189*. Este un circuit integrat complex ce realizează amplificarea-limitarea *FI*, demodularea în cuadratură cu distorsiuni mici și furnizează semnale suplimentare pentru *CAF*, nivel, *RAA* întîrziat etc.

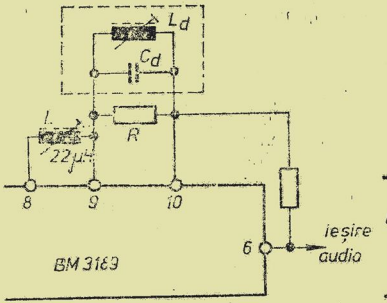


Fig. 8.16. Circuitul de defazare la *ci* β*M 3189*.

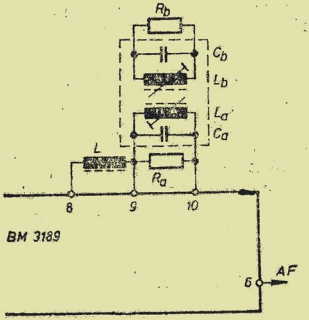


Fig. 8.17. Circuit de defazare cu performanțe superioare.

Circuitul de defazare este format din *L*, L_a, C_a și *R*, cu L_a reglabil, astfel ca acordul să se facă pe f_0 și *L* reglabil, astfel încît să se poată controla injecția de semnal în detectorul de produs. Rezistența *R* asigură factorul

de calitate Q, necesar pentru Δf_{max}. În montajele mai pretențioase, pentru asigurarea unei liniarități sporite a curbei S pe porțiunea utilă se folosește un circuit de defazare ca în figura 8.17, la care din inductanța L_a se reglează acordul pe f_0, iar din L_b se reglează nivelul minim al distorsiunilor la ieșire.

3. DECODORUL STEREO

ÎNTREBARE. Care este destinația decodorului stereo?

RĂSPUNS. Decodorul stereo este un circuit utilizat în receptoarele stereofonice cu modulație de frecvență (*MF*), destinat a separa din semnalul stereo multiplex de la ieșirea demodulatorului *MF*, semnalul audio stereofonic — pe cele două canale: stînga (L) și dreapta (R).

ÎNTREBARE. Care este principiul transmisiunii stereofonice?

RĂSPUNS. Principiul transmisiunii stereofonice constă în a transmite ascultătorului două semnale audio diferite ce pot fi separate în receptor, astfel încît semnalele să corespundă celor două căi: stînga și dreapta.

Astfel, datorită ascultării directe binaurale a programelor muzicale sau vorbite, se pot localiza spațial diferitele surse sonore. Explicația constă în faptul că oscilațiile acustice, deși provin de la aceleași surse sonore, nu sînt în general identice, ci au fază, intensitate și timbru diferite.

ÎNTREBARE. Care sînt cerințele impuse semnalului stereo multiplex?

RĂSPUNS. În primul rînd, semnalul stereo multiplex trebuie să asigure compatibilitatea semnalului atît cu receptoarele stereofonice, cît și cu cele monofonice; trebuie să conțină informațiile ambelor canale, astfel încît acestea să poată fi separate la recepție, fiecare acoperind banda de audiofrecvență impusă unei audiții de fidelitate. Totodată, spectrul ocupat de semnalul stereo multiplex trebuie să fie minim, iar deviația de frecvență impusă de acesta purtătoarei *MF* să se înscrie în limitele admise.

ÎNTREBARE. Care este spectrul semnalului audio?

RĂSPUNS. La recepție, spectrul semnalului audio este 30 Hz — 15 000 Hz. Se consideră că acesta este suficient reproducerii fidele a unei surse sonore.

ÎNTREBARE. Care este soluția adoptată pentru transmiterea semnalului stereo?

RĂSPUNS. Din numeroasele soluții experimentate pentru transmiterea celor două canale, cea adoptată a fost utilizarea unui semnal multiplex în domeniul frecvenței. La noi în țară este adoptată varianta cu frecvență pilot.

ÎNTREBARE. Cum se formează semnalul multiplex?

RĂSPUNS. Să considerăm că două microfoane M_1 și M_2 captează semnalele A și B. În radiodifuziunea stereo, din motive de realizare a compatibilității, nu se transmit prin canalele de transmisie chiar semnalele A și

B, ci combinații ale acestora (v. cap. 1). În figura 8.18 se prezintă spectrul semnalului multiplex.

Semnalul sumă $A+B$ conține informația ambelor canale și este cel redat de receptoarele monofonice; este o parte componentă a semnalului multiplex și se introduce direct în modulator. Spectrul acestui semnal se întinde de la 30 Hz la 15 kHz.

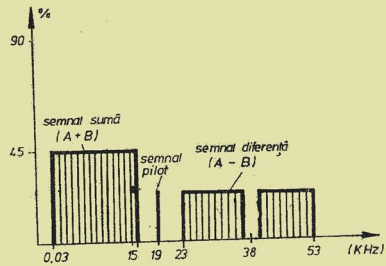


Fig. 8.18. Spectrul semnalului multiplex cu subpurtătoare MA suprimată și cu semnal pilot.

Semnalul diferență $(A-B)$ are același spectru de frecvențe (30 Hz — 15kHz) ca și semnalul sumă $A+B$. Pentru ca semnalul $A-B$ să fie transmis de același emițător, adică să moduleze aceeași purtătoare ca și semnalul $(A+B)$, se translatează spectrul de frecvență deasupra semnalului de AF, în domeniul ultrasonor, efectuînd cu el o modulație de amplitudine a unei subpurtătoare de 38 kHz (obținută prin dublarea frecvenței oscilatorului pilot).

La ieșirea modulatorului MA se obține subpurtătoarea de 38 kHz și două rînduri de benzi laterale cuprinse în intervalele 23 — 38 kHz și 38 — 53 kHz. Din acest spectru se rejectează frecvența de 38 kHz și se suprapune pe el frecvența pilot de 19 kHz.

La subpurtătoare s-a folosit modulația de amplitudine (nu de frecvență), pentru ca la recepție să se poată utiliza un detector MA de construcție simplă.

ÎNTREBARE. Decodorul stereo impune parametri deosebiți etajelor anterioare?

RĂSPUNS. Într-adevăr, amplificatorul de FI trebuie să aibă distorsiuni de fază și de frecvență cît mai mici pentru a se evita apariția diafoniei. În receptoarele stereo este foarte important să se realizeze o atenuare cît mai mare a modulației parazite de amplitudine a semnalului, chiar în cazul folosirii unui detector de raport care efectuează și limitare de amplitudine. Ultimul etaj de FI se realizează astfel încît să funcționeze și ca limitator de amplitudine, cu o constantă de timp de limitare de cîteva μs, datorită frecvențelor de modulație de pînă la 53 kHz.

ÎNTREBARE. Ce decodoare stereo echipează receptoarele produse în țara noastră?

RĂSPUNS. Receptoarele românești au fost echipate inițial cu decodoare stereo tranzistorizate *(Bucur, Maestro-stereo)*.

Actualmente, decodoarele stereo echipează circuitul integrat specializat βA *758* produs de *IPRS*.

ÎNTREBARE. Cum funcționează decodorul stereo tranzistorizat?

RĂSPUNS. Decodorul folosit în receptoarele *Maestro-stereo* și *Bucur* are schema prezentată în figura 8.19.

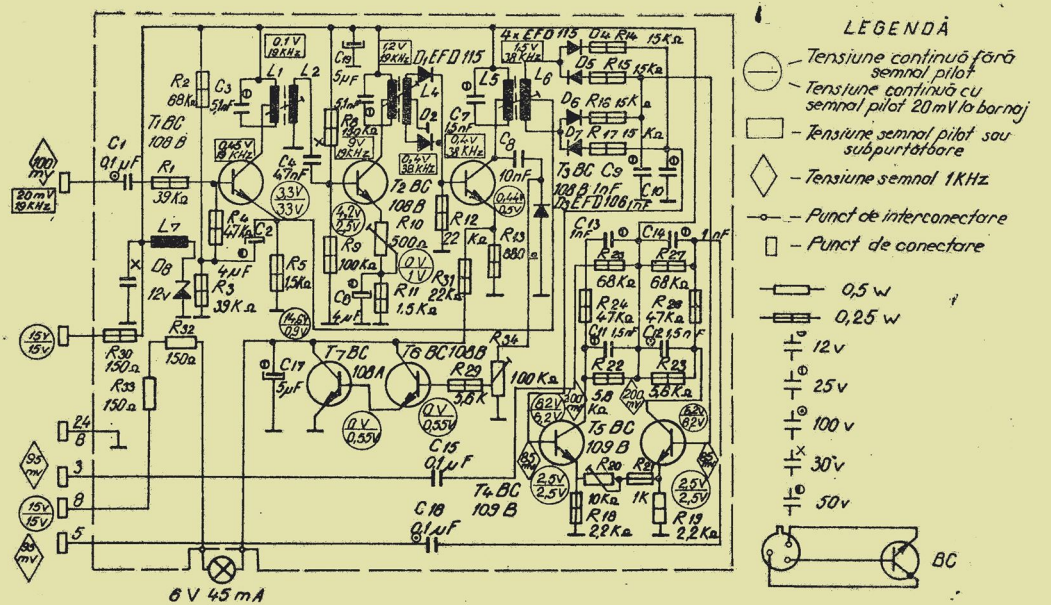


Fig. 8.19. Schema electrică a decodorului stereo tranzistorizat.

Din decodor se obțin direct semnalele A și B prin demodulare în comutator cu diviziune în timp.

Frecvența pilot este selectată cu ajutorul unui filtru trece bandă și aplicată circuitelor în care are loc refacerea subpurtătoarei suprimate la emisie.

Semnalul multiplex stereo, împreună cu subpurtătoarea refăcută se aplică comutatorului cu diviziune în timp. Deoarece comutatoarele cu diviziune în timp real introduc o diafonie importantă, semnalul este aplicat ulterior unor circuite pentru compensarea diafoniei (*CCD*). La ieșirea decodorului sînt dispuse circuitele de dezaccentuare.

Etajele componente ale decodorului sînt:

— *Etajul de intrare.* Acestuia i se impune o impedanță de intrare mare, realizată prin rețeaua „boot-strap" R_2, R_3, C_2. În emitorul tranzistorului T_1 se obține semnalul mutiplex aplicat la intrare, semnal ce se aplică etajelor de detecție.

— *Etajele de refacere a subpurtătoarei.* Varianta utilizată în construcția decodoarelor stereo tranzistorizate este cea cu dublarea frecvenței pilot. Primele două etaje, echipate cu tranzistoarele T_1 și T_2, sînt amplificatoare acordate pe 19 kHz, avînd ca sarcină circuite acordate derivație.

Subpurtătoarea de 38 kHz se obține cu ajutorul etajului dublor de frecvență echipat cu diodele D_1, D_2, urmat de amplificatorul acordat pe frecvența de 38 kHz, realizat cu tranzistorul T_3.

— *Demodulatorul.* Circuitul acordat din colectorul tranzistorului T_3 este cuplat cu bobina L_6 cu priză mediană.

Aceasta, împreună cu cele patru diode D_4, D_5, D_6 și D_7, formează o structură de demodulator în inel.

Subpurtătoarea creează la extremitățile bobinei L_6 și deci la diode tensiuni în antifază, în timp ce prin priza mediană este injectat semnalul stereo multiplex provenit din emitorul lui T_1.

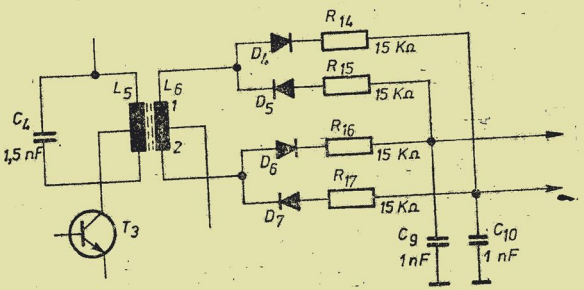


Fig. 8.20. Demodulator cu comutare (diviziune) în timp.

Tensiunea subpurtătoarei care rezultă în urma dublării de frecvență este mult mai mare decît semnalul stereo multiplex și joacă rolul unei tensiuni de comutație care deschide și închide în mod convenabil diodele. Astfel, în semialternanțele subpurtătoarei care determină tensiune pozitivă la extremitatea *1* a bobinei L_6 (fig. 8.20) și negativă în extremitatea *2*,

funcționează diodele D_4 și D_7 și semnalul stereo apare la bornele grupului format din R_{14}, R_{17} și C_{10}, purtînd cu el informația unuia dintre canale. În cealaltă semialternanță a subpurtătoarei funcționează diodele D_5 și D_6, iar semnalul stereo apare la bornele grupului R_{15}, R_{16}, C_9, purtînd cu el informația celuilalt canal.

— *Circuitul pentru compensarea diafoniei* (*CCD*). Semnalele rezultate de la ieșirea circuitelor de demodulare se deosebesc de informațiile A și B datorită diafoniei introduse de filtrele etajelor de frecvență intermediară, de demodulatorul de frecvență, de filtrele separatoare din decodor, de calea de refacere a subpurtătoarei și de circuitele de demodulare. Pentru compensare se folosesc doar semnalele rezultate la ieșirea circuitului de demodulare.

Montajul folosit este amplificatorul diferențial echilibrat, echipat cu tranzistoarele T_4, T_5. La acest montaj, în colectoarele tranzistoarelor T_4 și T_5 semnalul amplificat este compus din diferența semnalelor aplicate în bază, realizîndu-se astfel o compensare parțială a diafoniei.

— *Circuitul de indicare a modului de recepție.* Este un circuit auxiliar specific radioreceptoarelor stereo, avînd rolul de a indica dacă emisiunea recepționată este monofonică sau stereofonică.

Comanda lui se face cu ajutorul frecvenței pilot, existente în cadrul semnalului multiplex stereo. Tensiunea de comandă este furnizată de circuitele de amplificare din calea de refacere a subpurtătoarei. Tranzistoarele T_6, T_7 în montaj Darlington sînt deblocate de prezența semnalului de 38 kHz subpurtător, alimentînd becul indicator al modului de lucru „stereo".

ÎNTREBARE. Cum funcționează decodorul stereo integrat?

RĂSPUNS. Folosirea decodorului stereo integrat conduce la obținerea unor performanțe superioare, dublate de un reglaj mult simplificat față de varianta tranzistorizată. În plus, fiabilitatea crește semnificativ, iar costul scade, prin eliminarea completă a circuitelor acordate. În combina muzicală *CMS—1* (v. planșa 2) este folosit un decodor stereofonic de tipul *μPC 1026C* a cărui funcționare este similară cu decodorul *IPRS βA 758* folosit în radiocasetofonul stereo (v. planșa 3).

În figura 8.21 se prezintă **schema bloc a decodorului stereo integrat.** În acest decodor, selecția semnalului pilot și refacerea subpurtătoarei se face cu ajutorul unui circuit *PLL*. Singurul acord necesar este cel al frecvenței libere a oscilatorului controlat în tensiune (*OCT*). Acest reglaj se efectuează din potențiometrul R_4^s.

În partea de sus a schemei bloc se află lanțul de refacere a subpurtătoarei, în partea de mijloc lanțul comutatorului mono/stereo, iar în partea de jos demodulatorul-decodor stereo.

Circuitul *PLL* conține oscilatorul controlat în tensiune *OCT*, urmat de două divizoare (D_1, D_2) și de un detector sensibil la fază. Frecvența de 76 kHz este divizată la 19 kHz și adusă la una din intrările detectorului sensibil la fază. La cealaltă intrare a detectorului se aplică semnal prin intermediul amplificatorului A și al condensatorului de cuplaj C_7^s. Componenta ce se obține la ieșirea detectorului de fază și conține informația defazajului între cele două frecvențe este aplicată la oscilatorul comandat în tensiune, astfel încît frecvența acestuia este „trasă" după frecvența semnalului pilot; această componentă suferă o filtrare corespunzătoare datorită grupului R_3^s, $C_3^sC_8^s$. Totodată, semnalul la ieșirea divizorului D_2

este fazat în cuadratură cu semnalul pilot, fazare necesară efectuării decodării stereo.

Comutatorul mono-stereo întrerupe funcționarea demodulatorului în cazul lipsei semnalului pilot sau în cazul unui nivel prea mic al acestuia, în scopul păstrării unui raport *semnal/zgomot* convenabil la ieșire (decoda-

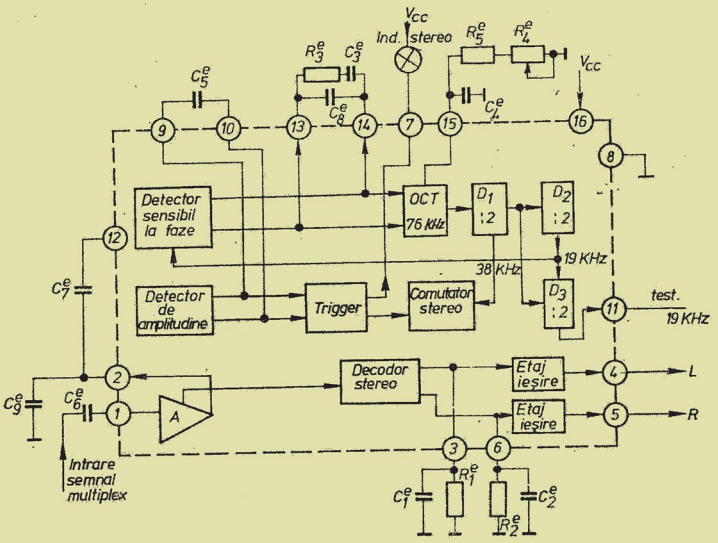


Fig. 8.21. Decodor stereo integrat.

rea stereo în sine produce un zgomot notabil). Comutatorul este comandat de un circuit trigger ce sesizează componenta continuă de la ieșirea detectorului de amplitudine (componentă continuă filtrată extern de C_5^e). Această componentă continuă apare cînd frecvența oscilatorului local este coerentă cu cea a semnalului pilot.

Detectorul stereo propriu-zis este un multiplicator care face produsul semnalului multiplex cu subpurtătoarea refăcută, conform frecvenței semnalului pilot.

Între decodorul stereo și ieșire se află intercalate două etaje de ieșire, care asigură totodată și dezaccentuarea necesară prin grupurile $R_1^e C_1^e$ și $R_2^e C_2^e$.

ÎNTREBARE. Se poate înlocui decodorul stereo tranzistorizat cu unul integrat?

RĂSPUNS. Ținînd cont de parametrii superiori ai decodorului stereo integrat, de fiabilitatea și stabilitatea sa, înlocuirea va aduce o certă îmbunătățire. Totuși, trebuie ținut cont de următoarele considerente:

— consumul decodorului integrat este de maximum 35 mA, deci trebuie să ne asigurăm că prin înlocuire nu se va supraîncărca alimentatorul receptorului;

— tensiunea de alimentare este cuprinsă în plaja 9—16 V, valoare ce trebuie respectată; o alimentare la tensiune mai mică nu asigură funcționarea corectă a decodorului, iar o alimentare la tensiune mai mare poate duce la distrugerea cipului;

— curentul maxim admis pentru becul indicator de recepție stereofonică fiind 100 mA, trebuie verificat ca becul existent în radioreceptor să nu depășească această valoare; se recomandă însă folosirea unui bec de curent mai mic decît cel maxim specificat de producător;

— verificarea cîștigului realizat de decodor: variantele tranzistorizate românești au cîștigul aproximativ unitar, la fel ca și decodorul stereo integrat. Totuși este posibil ca alte variante să necesite o amplificare suplimentară între decodorul schimbat și partea de joasă frecvență, pentru a nu altera sensibilitatea receptorului.

B. LUCRĂRI PRACTICE DE DEPANARE A ETAJELOR DEMODULATOARE ȘI DECODOARE STEREO

1. SIMPTOME, CAUZE ȘI DEFECȚIUNI ALE DEMODULATOARELOR MA

Defectarea demodulatorului *MA* conduce la o degradare a performanțelor acestuia și implicit a întregului lanț. Simptomele sînt destul de puțin diferențiate, dar cum complexitatea schemei demodulatorului *MA* este redusă, depanarea este rapidă. Se presupune că verificarea circuitelor anterioare demodulatorului a fost efectuată.

Simptomele uzuale întîlnite sînt:

— *întreruperea audiției;*
— *scăderea sensibilității receptorului;*
— *acroș pe laterală;*
— *acroș pe post apropiat;*
— *distorsiuni ale audiției;*
— *audiție cu sunet înfundat.*

Cu privire la simptomele prezentate se va răspunde la următoarele probleme:

1) *Cum se manifestă și cum se identifică simptomul?*

2) *Care sînt principalele cauze de defectare?*

3) *Care sînt căile, metodele de identificare a cauzelor și aparatele utilizate pentru depanare?*

a. ÎNTRERUPEREA AUDIȚIEI

Răspunsuri

1) Manifestarea întreruperii poate avea loc continuu sau intermitent; audiția fiind întreruptă, manifestarea este clară și nu cere comentarii, funcționarea *rr* fiind compromisă.

2) Cauzele apariţiei simptomului pot fi în principal:
— element activ defect;
— element pasiv defect;
— întreruperi pe calea de semnal;
— întreruperi pe calea de alimentare.

3) Cea mai operativă metodă este verificarea statică în c.a., urmărind semnalul şi identificînd locul unde acesta este alterat, implicit componenta defectă.

Aceasta presupune însă existenţa unei aparaturi specializate. În lipsa acesteia se pot verifica punctele statice de funcţionare în c.c., identificîndu-se astfel eventualele întreruperi de cablaj, componentele active sau pasive defecte.

Pentru întreruperile intermitente se face o examinare atentă, eventual cu o lupă, pentru a identifica lipitura imperfectă, cablajul întrerupt sau componenta defectă din punct de vedere mecanic.

b. SCĂDEREA SENSIBILITĂŢII RECEPTORULUI

Răspunsuri

1) Acest defect se manifestă prin imposibilitatea aparatului de a recepţiona posturi slabe sau chiar o audiţie slabă pe posturile locale, cu toate că etajele *FI* funcţionează corect, la fel partea de *FIF*.

2) Cauzele pot fi în principal următoarele:
— degradare (îmbătrînire sau dezacord) a circuitului acordat al detectorului *MA*;
— modificarea valorii (în sensul întreruperii) a unui condensator de trecere sau condensator de decuplare a emitorului tranzistorului din etajul detector;
— degradarea unui condensator (în sensul creşterii majore a curentului de pierderi), astfel încît acesta fie şuntează circuitul acordat, fie în circuitul de filtrare face o divizare de semnal în toată banda audio.

3) Prin verificarea în c.c. se identifică componentele în eventual scurt-circuit (condensatoare) şi se verifică punctele statice de funcţionare ale componentelor semiconductoare. Condensatoarele întrerupte se pot verifica prin conectarea în paralel cu acestea a unor condensatoare exterioare; în orice caz, la volum maxim, partea de joasă frecvenţă trebuie să prezinte fişiitul caracteristic, astfel încît să excludem un eventual defect în această parte a schemei. Reacordarea detectorului se poate face pe maxim de audiţie pentru un post slab, nefiind necesară aparatură specializată.

c. Acroş pe laterală

Răspunsuri

1) Manifestarea acestui defect are loc în felul următor: la acţionarea butonului de acord, astfel încît recepţionarea postului să aibă loc decalat faţă de frecvenţa purtătoare a acestuia, sunetul este însoţit de distorsiuni şi fluierături puternice; eventual, acest efect poate apărea funcţie de volum şi la armonicele frecvenţei intermediare.

2) Cauzele sînt legate de stabilitatea întregului lanț al *rr*; la un acord fingă frecvența purtătoare, sistemul *RAA* nu mai acționează, amplificarea *FI* crește și dacă după detecție nivelul frecvenței intermediare este prea mare, atunci apare o reacție pozitivă. Aceeași reacție poate apărea și în funcție de volum (numai cu volumul la nivel mare), efect datorat amplificării semnalului de frecvență intermediară, de către partea de joasă frecvență.

3) Cauza principală fiind radiația *FI*, se verifică elementele de filtraj ale acesteia după detecție: R_zC_z și filtrele suplimentare (fig. 8.5); este probabil ca această radiație să depășească nivelul admis, datorită ieșirii din valcarea nominală a unui condensator, verificarea făcîndu-se prin punerea în paralel cu condensatoarele din filtre a unor condensatoare verificate.

d. Acroș pe post apropiat

Răspunsuri

1) Defectul de acest tip se manifestă la recepționarea unui post local (de intensitate mare a cîmpului), pe posturile depărtate slabe neapărînd nici o manifestare.

2) Cauzele apariției defecțiunii pot fi:

— limitări introduse de elementele active;

— funcționarea incorectă a sistemului de *RAA*.

Limitarea introdusă de către elemente active poate proveni dintr-o funcționare incorectă a acestora în punctul static de funcționare. O deplasare a acestuia în sensul creșterii tensiunii colector-emitor a tranzistorului din etajul demodulator *MA* limitează excursia de tensiune a acestuia pe alternanța pozitivă. O scădere a U_{CE} limitează alternanța negativă. O cauză posibilă este micșorarea valorii rezistenței din emitor cu creșterea importantă a curentului prin tranzistor, cu eventuale efecte asupra etajelor precedente (dacă polarizarea este ca la combina *CMS—1*, în acest caz sistemul *RAA* devine ineficace), sau creșterea curentului de scăpări al condensatorului de decuplare din emitorul aceluiași tranzistor.

Declasarea eventualelor elemente ce participă la realizarea filtrării tensiunii de alimentare a etajului poate avea același efect.

O altă cauză posibilă este schimbarea valorii elementelor de filtraj ce asigură tensiunea de acționare a sistemului de *RAA* ($R_{f2}C_{f2}$ din figura 8.6); o scădere a valorii condensatorului electrolitic din acest filtru este adesea motivul apariției unei reacții pe calea de *RAA*, cu efectul apariției unui fluierat caracteristic.

Funcționarea necorespunzătoare a sistemului de *RAA* la semnale puternice poate fi cauzată și de „alunecarea" sau reglarea incorectă a tensiunii de polarizare continuă a sistemului, tensiune ce dictează pragul de intrare și implicit plaja acoperită.

3) Metoda de verificare a punctelor statice de funcționare va fi cea de măsurare în c.c, verificînd tensiunile ca fiind cele date de producător sau ceișite din calcul. În cazul deplasării punctelor statice de funcționare, piesa defectă va fi găsită ușor tot prin măsurări simple.

Se va face și verificarea polarizării corecte a tranzistoarelor în lipsa semnalului (*RAA* scos din funcțiune). Eventuala verificare a degradării condensatorului de filtraj pentru tensiunea necesară *RAA* se va face prin dublarea sau schimbarea acestuia.

e. Distorsiuni ale audiției

Răspunsuri

1) Manifestarea distorsiunilor în etajul de detecție *MA* are loc prin scăderea inteligibilității sunetului, mai ales în cazul recepționării unui program cu un spectru dinamic larg.

2) Cauzele localizate în etajul detecției *MA* care duc la apariția distorsiunilor pot fi :

— scăderea eficienței *RAA* ;

— apariția distorsiunilor de neurmărire (constanta de timp a detectorului prea mare) ;

— funcționarea necorespunzătoare a elementelor active.

3) Verificarea funcționării elementelor active și a reglajului automat al amplificării se face ca la punctul anterior. Distorsiunile de neurmărire se elimină prin înlocuirea elementelor R_d, C_d degradate.

f. Audiție cu sunet înfundat

Răspunsuri

1) Se manifestă prin atenuarea la redare a registrului de acute, fapt însoțit de scăderea inteligibilității sunetului.

2) Cauza probabilă este funcționarea incorectă a celulelor de filtraj, fie R_d, C_d fie R_f, C_f (fig. 8.6), care limitează spectrul semnalului audio.

3) Metoda constă în verificarea fie cu aparatură în regim static de c.a. a locului unde apare căderea excesivă a frecvențelor înalte, fie în măsurarea elementelor constitutive filtrelor susmenționate.

2. SIMPTOME, CAUZE ȘI DEFECȚIUNI ALE DEMODULATOARELOR MF

Defectarea demodulatorului *MF* alterează calitatea întregului receptor, înrăutățind sau suprimînd audiția.

Odată defectul izolat în blocul demodulator, depanarea este rapidă ; totuși dacă este necesară reacordarea discriminatorului, lipsa unei aparaturi specializate conduce la neatingerea parametrilor optimi. Trebuie specificat că în timpul efectuării verificării parametrilor discriminatorului *MF*, sistemul *CAF* trebuie deconectat. Simptomele prezentate de demodulatorul defect pot fi :

— *lipsa semnalului audio (audiție nulă pe UUS);*

— *scăderea nivelului de AF (audiție slabă pe UUS);*

— *audiție cu distorsiuni;*
— *modulație MA parazită;*
— *audiție cu spectru de acute puternic;*
— *diafonia recepției stereofonice.*

Referitor la simptomele enumerate se vor da răspunsuri la următoarele întrebări:

1) *Cum se manifestă și cum se identifică simptomul?*

2) *Care sînt principalele cauze de defectare?*

3) *Care sînt căile, metodele de identificare a cauzelor și aparatele utilizate de depanator?*

Pentru exemplificare vom da defecte tipice ale demodulatorului *MF* din combina *CMS—1* (v. planșa 2).

a. Lipsa semnalului audio (audiție nulă pe UUS)

Răspunsuri

1) Se manifestă prin lipsa semnalului audio și prin existența fișiitului caracteristic amplificatorului de joasă frecvență(la receptoarele stereofonice se presupune funcționarea corectă a decodorului stereo).

2) Cauzele pot fi următoarele:
— tranzistor defect sau polarizat defectuos;
— întreruperi pe calea de semnal;
— scurtcircuite accidentale.

3) Verificarea tranzistorului și a polarizării sale se face cu un voltmetru de c.c.; se verifică continuitatea bobinelor demodulatorului (Tr_{205}) cu un ohmmetru cu scară de 1Ω, verificîndu-se condensatoarele de acord ce pot fi în scurtcircuit (C_{218}, C_{220}, C_{224}). Tot cu ohmmetrul se verifică diodele (D_{203}, D_{204}) și continuitatea căii de semnal (R_{244}).

b. Scăderea nivelului de AF (audiție slabă pe UUS)

Răspunsuri

1) Asemănător punctului anterior, se presupune că defectul este localizat în demodulatorul *MF*, nivelul audio la ieșire fiind sub cel normal.

2) Cauzele ce pot determina acest simptom sînt:
— declasarea ansamblului transformator Tr_{205};
— nefuncționarea corectă a tranzistorului ce are ca sarcină demodulatorul;
— funcționarea incorectă a unei ramuri a demodulatorului;
— întreruperea căii de semnal;
— scurtcircuitarea la masă a căii de semnal;

3) La radioreceptoarele cu tranzistor separat pentru atacul demodulatorului *MF* și care funcționează pe *MA*, se verifică cu voltmetrul alimentarea corectă a tranzistorului. Dacă radioreceptorul nu are tranzistor separat pentru demodulatorul *MF*, verificarea va avea loc de la colectorul

acestuia spre partea de joasă frecvență. Se verifică ca și la punctul anterior continuitatea înfășurărilor lui Tr_{205} și eventualele scurtcircuitări ale condensatoarelor de acord (C_{218}, C_{220}). Se verifică diodele D_{203}, D_{204} cu ohmmetrul; se verifică condensatoarele C_{222} și C_{223}, astfel ca să nu sunteze semnalul la masă și totodată continuitatea rezistențelor R_{219}, R_{220}, R_{221}, R_{222}. Se verifică calea de semnal pentru a nu fi pusă la masă prin grupul R_{227}, C_{228}, C_{229}, sau să nu fie întreruptă calea C_{230}, R_{244}. Vizual și cu ohmmetrul se verifică eventualele scurtcircuite.

c. Audiție cu distorsiuni

Răspunsuri

1) Defectul se manifestă prin apariția în semnalul util a unor componente străine, prin scăderea inteligibilității și acurateții sunetului.

2) Cauzele pot fi următoarele:
— desimetrizarea curbei S a demodulatorului MF;
— dezacordarea bobinelor demodulatorului MF.

3) În acest caz, pentru o reglare corectă a demodulatorului MF este necesară o aparatură specializată (generator vobulat, sistem de afișare cu tub catodic etc.). Cu rezultate mulțumitoare se pot folosi și metode aproximative care necesită aparatură mai puțină și care vor fi descrise în cadrul unor probleme rezolvate.

d. Modulație MA parazită

Răspunsuri

1) Acest tip de defect se sesizează mai greu organoleptic, paraziții ce apar în timpul audiției fiind greu de evaluat ca pondere.
Defectul se pune în evidență cu un generator cu care, modulat MF, se acordă receptorul pe maxim, apoi modulat MA se verifică nivelul audio obținut la ieșire (gradul de atenuare a modulației MA).

2) Uzual, cauzele apariției simptomului sînt:
— curba S incorectă;
— condensatorul C_{224} întrerupt.

3) Cu aparatura specializată se reglează corespunzător curba S, iar condensatorul C_{224} se poate dubla sau înlocui.

e. Audiție cu spectru de acute puternice

Răspunsuri

1) Se manifestă prin prezența supărătoare a frecvențelor înalte.

2) Cauza este defectarea rețelelor de dezaccentuare (rețele de tip RC).

3) Se măsoară rezistențele rețelelor cu ohmmetrul, condensatoarele se înlocuiesc.

f. Diafonia recepției stereofonice

Răspunsuri

1) În cazul receptoarelor stereofonice, diafonia se manifestă fie prin inexistența informației stereo, fie printr-o slabă separare între canale.

2) Cauzele pot fi următoarele:

— necomutarea decodorului pe modul *STEREO*, datorită absenței sau defazării nepermise a frecvenței pilot;

— dezacordarea demodulatorului.

3) În acest caz este posibil ca în calea de semnal dintre demodulator și decodor să apară o defazare nedorită a semnalului pilot, sau chiar o atenuare a acestuia de rețelele de dezaccentuare. Se verifică grupul R_{244}, C_{246} și grupurile de dezaccentuare din demodulator. Se realiniază demodulatorul.

3. SIMPTOME, CAUZE ȘI DEFECȚIUNI ALE DECODOARELOR STEREO

Decodoarele stereo, în varianta tranzistorizată (v. fig. 8.19) își alterează treptat parametrii, astfel încît funcționarea defectuoasă poate fi dificil de sesizat; evaluarea gradului de stereofonie este relativă la utilizator. Simptomele devin supărătoare cînd, odată cu înrăutățirea diafoniei, are loc și o creștere a distorsiunilor. Acest fenomen apare datorită îmbătrînirii componentelor, în special a circuitelor acordate, sau datorită dezacordării acestora prin vibrații sau șocuri. În aceste situații, realinierea este dificilă și necesită aparatură specializată, metodele de reglaj prezentîndu-se la subcapitolul B4 (probleme rezolvate). Dificultățile depanării decodoarelor stereo sporesc și în sensul că, după înlocuirea unei componente defecte, reglajul decodorului stereo trebuie refăcut.

Principalele simptome ce apar la defectarea decodorului stereo pot fi:

— *audiție nulă pe UUS;*
— *recepția nu este stereofonică (nu se separă canalele);*
— *audiție incorectă pe un canal;*
— *audiție cu diafonie între canale;*
— *audiție stereofonică, dar indicatorul stereo nu lucrează;*
— *indicatorul stereo se aprinde aleator;*
— *audiție cu timbru schimbat pe un canal (predomină sunetele acute).*

În urmărirea defectelor se vor studia problemele:

1) *Cum se manifestă și cum se identifică simptomul?*

2) *Care sînt principalele cauze de defectare?*

3) *Care sînt căile, metodele de identificare a cauzelor și aparatele utilizate pentru depanare?*

a. Audiție nulă pe UUS

Răspunsuri

1) Lipsa sunetului și fișîitul caracteristic părții de audiofrecvență prezent, caracterizează simptomul.

2) Se presupune localizarea defectului în decodor, cauzele putînd fi:
— întreruperea alimentării decodorului;
— întreruperea pe calea de semnal de la discriminator la decodor;
— componentă activă defectă.

3) Se verifică punctele statice de funcționare și tensiunea de alimentare cu un voltmetru de c.c. Cu un ohmmetru se poate face o verificare a diodelor și a tranzistoarelor, se va verifica dacă există scurtcircuit la masă pe calea de semnal, dacă s-a întrerupt condensatorul de cuplare a decodorului la discriminator. Cu un osciloscop, în acest caz, depistarea piesei defecte este imediată.

b. Recepția nu este stereofonică (nu se separă canalele)

Răspunsuri

1) Introducînd în decodor semnal multiplex sau recepționînd semnalele test emise de programul *III* de radio înainte de începerea emisiunii stereofonice, canalul drept și stîng nu sînt separate (nu apare diferență comutînd *mono-stereo*).

2) Defectul poate fi localizat în:
— etajele de transmitere a semnalului pilot, astfel: tranzistorul T_1 cu (L_1, C_3) L_2, C_4 în decodorul tranzistorizat (v. fig. 8.19); condensatorul C_{563} în scurtcircuit sau C_{504} întrerupt în decodorul radiocasetofonului stereo (v. planșa 3);
— dublorul de frecvență (T_2, D_1, D_2, L_3, C_5 — v. fig. 8.19);
— detectorul sensibil la fază din integrat (nefuncționare) datorită grupului C_{505}, C_{506}, R_{505} (v. planșa 3);
— triggerul din circuitul integrat βA *758*, (nefuncționare) datorită condensatorului C_{508} întrerupt sau în scurtcircuit (v. planșa 3);
— oscilatorul comandat în tensiune (*OCT*) din circuitul integrat βA *758* (nefuncționare) (grupul C_{507}, C_{503}, R_{504}), sau divizoarele interne (fig. 8.21 și planșa 3).

3) Se verifică tensiunile în curent continuu date de fabricant la ambele tipuri de decodoare cu un voltmetru de c.c. Dacă acestea nu sînt corecte, se schimbă circuitul integrat sau componenta ce determină modificarea punctului static de funcționare al tranzistorului.
Cu un ohmmetru cu scara de 1Ω se verifică bobinele decodorului și condensatoarele de acord ale acestora; totodată și diodele dublorului de frecvență.
Se verifică componentele pasive ale circuitului integrat; cu un frecvențmetru se măsoară la pinul de test frecvența de 19 kHz; dacă aceasta nu se poate regla, iar grupul C_{507}, R_{503}, R_{504} este corect, se schimbă circuitul integrat (fig. 8.21 și planșa 3).

c. Audiție incorectă pe un canal

Răspunsuri

1) În timpul audiției sau măsurînd se constată că un canal are amplitudinea prea mică.

2) Se verifică dacă defectul este în :
— demodulatorul în inel ;
— circuitul de îmbunătățire a diafoniei ;
— circuitele de dezaccentuare ;
— etajele de ieșire ;
— calea de semnal de la decodor la amplificatorul de joasă frecvență.

3) Demodulatorul în inel se verifică cu ohmmetrul : circuitul acordat L_5, L_6, C_7, diodele D_4, D_5, D_6, D_7, rezistențele R_{14}, R_{15}, R_{16}, R_{17} : condensatoarele C_9, C_{10} se înlocuiesc dacă nu se pot verifica.

Se verifică punctele statice de funcționare ale tranzistoarelor T_3, T_4, T_5 și componentele aferente acestora.

La decodorul integrat (v. planșa 3) se verifică circuitele de dezaccentuare C_{501}, R_{501}, C_{503}, R_{502} ; dacă, cu osciloscopul cuplat pe aceste circuite, canalele sînt egale și egalitatea nu se păstrează la ieșire și în plus ieșirea nu este șuntată accidental, se schimbă circuitul integrat βA *758*.

d. Audiție cu diafonie între canale

Răspunsuri

1) Atenuarea de diafonie necorespunzătoare se constată cu aparatura specializată (generator de semnal multiplex și osciloscop).

2) Cauzele se caută în următoarele blocuri funcționale :
— calea frecvenței pilot ;
— dublorul de frecvență (decodor tranzistorizat — v. fig. 8.19) ;
— demodulatorul în inel ;
— etajul de compensare a diafoniei.

3) La decodorul tranzistorizat se verifică polarizarea corectă a etajului de compensare a diafoniei și apoi a celorlalte tranzistoare. Se reglează din nou decodorul, după verificarea cu osciloscopul a căii refacerii semnalului pilot.

La varianta integrată se verifică semnalul test de 19 kHz și componentele pasive adiacente (fig. 8.21).

e. Audiție stereofonică, dar indicatorul stereo nu luerează

Răspunsuri

1) Existînd semnalul stereofonic, indicatorul de mod nu este aprins, cu toate că audiția este normală.

2) Cauzele pot fi localizate în :
— becul sau indicatorul *LED* cu conexiunile acestora ;
— componentele T_7, T_6, R_{29}, R_{34}, D_3, C_8 din decodorul tranzistorizat din figura 8.19 ;
— circuitul integrat defect (βM *758*— v. planșa 3).

3) Măsurările se efectuează cu voltmetrul de c.c. verificînd polarizările. Cu ohmmetrul se verifică tranzistoarele și celelalte componente.

f. Indicatorul stereo se aprinde aleator

Răspunsuri

1) În cazul unei recepții la limita de sensibilitate, aprinderea aleatoare a becului este normală. În cazul posturilor foarte slabe, aprinderea poate avea loc la recepția unor paraziți.

2) Se vor verifica, în cazul apariției simptomului la audiția unor posturi normale :

— calea semnalului pilot de 19 kHz și etajul dublor (v. fig. 8.19) ;
— condensatoarele C_{502}, C_{504} la decodorul integrat (v. planșa 3).

3) După verificarea componentelor active și pasive aferente se va regla decodorul, cu aparatura indicată.

g. Audiție cu timbru schimbat pe un canal

Răspunsuri

1) Defectul se manifestă atit la recepția emisiunii monofonice, cît și la cea stereofonică ; se presupune amplificatorul stereo de joasă frecvență în stare de funcționare corectă.

2) În acest caz se vor verifica circuitele de dezaccentuare C_{501}, R_{501} și C_{503}, R_{502} la decodorul integrat (v. planșa 3) și etajul de corecție a diafoniei la decodorul tranzistorizat (v. fig. 8.19).

3) Se poate măsura injectînd din generatorul multiplex semnalul pentru care diferențele sînt mai ușor sesizabile, urmărirea semnalului făcîndu-se cu osciloscopul ; în zona localizării defectului se măsoară componentele suspectate.

4. PROBLEME DE REGLAJ ȘI DEPANARE REZOLVATE

Problema 8.1. Care este procedura de reglare a demodulatorului *MF* după înlocuirea unei componente sau la alinierea acestuia ?

Rezolvare. Indiferent de metoda de reglare aleasă, dintre cele ce se vor prezenta în continuare, este necesar ca în timpul operațiunilor de reglaj, sistemul de control automat al frecvenței (*CAF*) să fie deconectat.

● **Reglajul demodulatorului *MF* cu vobuloscopul** utilizează aparatură de laborator și asigură reglajul la parametrii optimi.

Conectînd generatorul vobulat în baza tranzistorului T_{204}, ce are ca sarcină demodulatorul (v. planșa 2), se va regla întîi curba *clopot* ; pentru aceasta trebuie deconectat condensatorul electrolitic C_{224} (pe cablaj traseul este prevăzut cu o punte de cositor pentru întrerupere). Totodată, un braț al demodulatorului va fi pus la masă (de exemplu C_{223}). Astfel, demodulatorul va funcționa cu brațul rămas în funcțiune ca demodulator *MA*. Intrarea de semnal a vobuloscopului se leagă la ieșirea demodulatorului ; astfel, pe ecranul osciloscopului se va vizualiza curba *clopot* (v. fig. 8.14) a primarului transformatorului Tr_{205} (secundarul transformatorului Tr_{205} va fi dezacordat).

Apoi, eliminînd şuntarea la masă a braţului demodulatorului, se va regla din secundarul transformatorului Tr_{205} curba în S (cu alura din figura 8.11, *b*).

S-a presupus că a fost făcut reglajul curbei *clopot* pentru întregul FI; dacă acesta nu a fost efectuat, semnalul din generator se va injecta în intrarea etajului de frecvenţă intermediară. După efectuarea reglajului se reintroduce în circuit condensatorul C_{224}.

• **Metoda de reglaj cu generator** *MA-MF*. Dacă în dotare nu există un vobuloscop, dar există un generator, acesta poate fi folosit în modul următor:

— se dezacordează secundarul demodulatorului MF şi se deconectează condensatorul C_{224};

— injectînd semnal nemodulat de FI în baza tranzistorului T_{204} ce are ca sarcină demodulatorul MF, se conectează un voltmetru de c.c.în locul condensatorului C_{224}; din primarul transformatorului Tr_{205} se reglează maximum de indicaţie pe voltmetru;

— după efectuarea acestui acord se lipeşte C_{224} la loc, se modulează MA semnalul din generator şi din secundarul transformatorului Tr_{205} al demodulatorului se reglează pe minimum indicaţia voltmetrului; se poate folosi chiar calea de joasă frecvenţă a receptorului pentru acordarea pe minimul intensităţii sonore.

Altă **variantă de reglaj cu generator** *MA-MF* constă în reglarea atît a primarului cît şi a secundarului demodulatorului pe maximum de intensitate sonoră la ieşire pentru semnal modulat MF la intrare; deplasînd frecvenţa generatorului de o parte şi alta a frecvenţei centrale, se reglează lateralele egale (demodulare pe laterală). Acest reglaj este justificat prin extrapolarea faptului că o curbă S corectă este simetrică, deci pantele laterale au aceeaşi alură şi amplitudinile semnalelor demodulate pe laterale vor fi astfel egale.

În cazul cînd în serie cu o diodă a demodulatorului schema este prevăzută cu o rezistenţă reglabilă (de exemplu demodulatorul MF din receptorul *Maestro-stereo*), aceasta se reglează pentru zgomot minim la nivel de sensibilitate mare; în timpul acestui reglaj, deviaţia de frecvenţă a generatorului va fi mică (5 kHz).

• **Reglajul fără aparatură specializată.** Rezultatele obţinute în urma unui astfel de reglaj vor fi sub nivelul celor obţinute folosind aparatura specializată. Totuşi rezultatele pot fi mulţumitoare dacă reglajul se face cu atenţie şi iterativ.

Acordînd receptorul pe un post mai slab, se reglează atît primarul cît şi secundarul pentru maximul nivelului audiţiei.

Se revine apoi la reglarea secundarului demodulatorului în pauzele de modulaţie, urmărindu-se obţinerea unui zgomot minim (minimul modulaţiei MA parazite).

Reglajul se repetă de suficiente ori, astfel încît între două iteraţii poziţiile miezurilor practic să coincidă.

Problema 8.2. Cum se reglează demodulatorul în cuadratură cu circuit integrat (fig. 8.17)?

Rezolvare. În ceea ce priveşte demodulatorul în cuadratură, reglajul acestuia se face mai uşor, dar cu aparatură specializată: pe vobuloscop se reglează din circuitul de defazare L_aC_a curba S, iar din bobina L se re-

gleză nivelul injecției de semnal spre demodulatorul de produs, astfel încît curba S să aibă alura și să admită deviații de frecvență Δf_{max} corecte, pentru un minim de modulație MA parazită. Cu un distorsiometru la ieșirea de audiofrecvență se reglează din L_b coeficientul minim de distorsiuni (liniarizarea caracteristicii S).

Problema 8.3. Cum se execută, în cursul operațiilor de depanare sau după înlocuirea unei componente, operațiile de reglaj ale decodorului tranzistorizat din figura 8.19?

Rezolvare. Operațiile încep prin realizarea conectării instrumentelor necesare reglajului, conform celor prezentate în figura 8.22 și se desfășoară astfel:

● **Reglajul filtrelor:**

— se poziționează rezistențele ajustabile, după cum urmează:
R_{10} aproximativ la 3/4 din cursă spre minim;
R_{20} aproximativ la 1/2 din cursă;
R_{34} aproximativ la 4/5 din cursă, spre punctul comun al diodei D_3 cu R_{34};
— se alimentează decodorul la 15 V_{cc};
— se aplică la intrare semnalul multiplex modulat 60% cu 1 kHz semnalul pilot de 30 mV;
— se conectează milivoltmetrul la bornele circuitului acordat L_1, C_3;
— se reglează miezul bobinei L_1 pe maximul indicat de milivoltmetru (aproximativ 0,45 V $\pm$ 30%);
— se conectează milivoltmetrul, pe scara de 15 V, la bornele circuitului L_3, C_5;
— se reglează miezul bobinei L_3 la maximul indicației voltmetrului (9 V $\pm$ 10%);
— se conectează sonda milivoltmetrului la bornele circuitului L_5, C_7;
— se reglează din miezul bobinei L_5 pe maximul indicației milivoltmetrului (6 V $\pm$ 20%);
— păstrînd sonda în același loc, se revine iterativ asupra reglajelor L_1, C_3, L_3, C_5, L_5, C_7 pentru obținerea unui maxim.

● **Reglajul diafoniei:**

— se aplică între punctele *1* și *6* semnalul multiplex stereomodulat cu frecvența 1 kHz, canalul stînga;
— se reglează nivelul semnalului multiplex corespunzător unei tensiuni a pilotului de 30 mV; pe osciloscop vor apărea două curbe, una corespunzătoare canalului stînga A și alta pentru canalul drept B, curba corespunzătoare canalului B datorîndu-se diafoniei.
— se reglează rezistența ajustabilă R_{20} pentru un minim al curbei canalului B;
— se reglează nivelul semnalului multiplex pentru o tensiune a pilotului de 37 mV;
— se reglează din miezul bobinei L_5, urmărindu-se obținerea minimului curbei canalului B;
— se reglează semnalul multiplex corespunzător unei tensiuni a pilotului de 15 mV;
— se reglează pentru minimul canalului B rezistența R_{10};
— se repetă ultimele patru operații de 2—3 ori;
— se repetă reglajul lui R_{20} pentru semnal pilot de 30 mV;

— se aplică semnalele corespunzătoare pilotului de 30 mV, 37 mV și 15 mV și se urmărește curba canalului drept *B*. Aceasta trebuie să fie linie dreaptă pentru primele două nivele și aproape linie dreaptă pentru ultimul;

— se aplică decodorului între punctele *1—6* semnalul multiplex stereo modulat cu frecvența 1 kHz pentru canalul dreapta *B*;

— se reglează nivelul semnalelor aplicate canalului drept la fel ca la punctele anterioare și se urmărește curba corespunzătoare canalului stîng *A*. Aceasta trebuie să fie aproximativ la fel ca cea obținută pentru canalul *B*. În cazul unei diferențe evidente, se face un compromis de diafonie pentru cele două canale din R_{20};

— se verifică dacă becul *indicator-stereo* se aprinde la aplicarea semnalului multiplex cu nivelul pilotului de 15 mV;

— în cazul în care acest bec se aprinde, se aplică semnalul multiplex cu pilot de 5 mV. În această situație, becul *indicator-stereo* trebuie să fie stins, iar cele două curbe de pe osciloscop să fie aproximativ egale.

Problema 8.4. Cum se face reglajul decodorului integrat utilizat în radiocasetofonul stereo (v. planșa 3)?

Rezolvare. În cazul acestui decodor, echipat cu circuitul integrat *βA 758*, singurul reglaj se face din rezistența ajustabilă R_{504}, modificîndu-se frecvența liberă de oscilație a oscilatorului comandat în tensiune

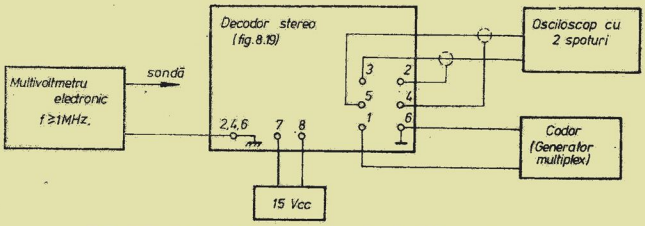


Fig. 8.22. Schema bloc de reglaj a decodorului tranzistorizat.

(*OCT*) din bucla *PLL* de refacere a subpurtătoarei (fig. 8.21). Cu un frecvențmetru conectat la punctul de test al circuitului integrat (pin *11*) se reglează din R_4' frecvența de 19 kHz.

Capitolul 9

AMPLIFICATORUL DE AUDIOFRECVENȚĂ

Amplificatoarele de audiofrecvență (*AF*) sînt ansamble electrice care amplifică semnalele *AF*, aplicate la intrarea lor, astfel încît la ieșire pot debita o anumită putere electrică pe sarcină (sarcinile fiind, în majoritatea cazurilor, un difuzor sau grupuri de difuzoare).

Amplificatoarele *AF*, în funcție de destinația lor, se pot întîlni în practica de depanare fie ca ansamble de sine stătătoare, cînd semnalele *AF* le primesc de la diferite surse de program (microfon, picup, casetofon etc.), fie ca subansamble electrice în receptoarele programelor de televiziune (*TV*) sau în receptoarele programelor de radiodifuziune (*rr*).

În acest capitol se vor analiza o serie de probleme, teoretice și practice, legate de depanarea amplificatoarelor *AF* ce echipează radioreceptoarele și care, în general, rămîn valabile și în depanarea amplificatoarelor *AF* de sine stătătoare.

În acest scop, reamintim că în schema bloc a *rr*, amplificatorul *AF* este conectat la ieșirea etajelor de detecție sau decodorului (în cazul *rr* stereo), iar puterea de *AF* o debitează fie pe difuzorul propriu al *rr*, fie pe alt traductor electroacustic (incinte audio, căști etc.).

Avînd în vedere gama largă de tipuri de radioreceptoare întîlnite în depanare, de la cele mai simple (*rr* de buzunar), la cele mai complicate (*rr* staționare stereofonice), este normal ca amplificatoarele *AF* care le echipează să fie mai simple, respectiv mai complexe. Din acest motiv, pentru analizarea diverselor probleme, se vor lua în considerație atît configurații de amplificatoare *AF* mai simple, cît și unele mai complicate.

Întrucît noțiunile generale de funcționare a etajelor de amplificare, atît de semnal mic cît și de semnal mare, se presupun cunoscute (puncte statice de funcționare, clasele de funcționare *A*, *AB* și *B* etc.), în problemele ce urmează a fi analizate se vor accentua mai mult chestiunile specifice amplificatoarelor *AF* întîlnite deseori în practica depanării.

A. PROBLEME SPECIFICE AMPLIFICATOARELOR DE AF

1. CERINȚE SPECIFICE AMPLIFICATOARELOR DE AF

ÎNTREBARE. Care sînt cerințele etajelor *AAF*?

RĂSPUNS. În funcție de clasa calitativă a *rr*, etajele *AAF* trebuie să îndeplinească un număr mai mic sau mai mare de cerințe cu nivele calitative mai reduse sau mai ridicate. Pentru exemplificare: comparînd

amplificatorul *AF* al unui *rr* de buzunar (*rr Omega*), care trebuie să asigure doar cîteva performanțe, cu amplificatorul *AF* al unui *rr* staționar stereofonic (*rr Bucur*), care trebuie să asigure mult mai multe performanțe și de nivele calitative mult mai ridicate, ne putem da seama de cele afirmate anterior.

Reglementarea numărului de performanțe asigurate, precum și nivelele minime ale acestora în funcție de clasa radioreceptorului sînt stabilite de normele și standardele internaționale și naționale de performanțe pentru radioreceptoare. În acest sens, vom enumera numai cîteva cerințe pe care trebuie să le îndeplinească amplificatoarele *AF* în ordinea importanței lor, pentru ca *rr* să corespundă categoriei și clasei în care este inclus (*rr* de buzunar, *rr* portabil, *rr* auto, *rr* staționar);

— **puterea maximă utilă (puterea nominală)** trebuie să fie cît mai mare. Corespunzător clasei *rr* din care face parte amplificatorul *AF*, aceasta poate avea valori de la 0,1 W pentru *rr* de buzunar, pînă la circa 15 W pentru *rr* stereofonice;

— **banda de frecvențe audio,** transmisă de amplificatorul *AF*, trebuie să fie suficient de largă, astfel încît audiția programelor recepționate să se efectueze în condiții corespunzătoare. Valorile uzuale sînt cuprinse în limitele: 300 Hz — 2 500 Hz pentru *rr* de buzunar și 20 Hz — 20 000 Hz pentru *rr* stereofonice staționare;

— **distorsiunile armonice,** introduse de etajele *AAF*, trebuie să fie suficient de mici, avînd un efect important asupra distorsiunilor globale ale *rr*;

— **randamentul energetic al etajului final** din amplificatorul *AF* trebuie să fie cît mai mare, în special pentru *rr* alimentate de la baterii;

— **zgomotul (brumul) la ieșirea AAF,** datorat etajelor acestuia, trebuie să fie cît mai mic. Această cerință se impune în special etajelor *AAF* alimentate prin redresoare de la rețeaua de c.a.

În afara acestor cerințe importante, amplificatoarele *AF* trebuie să mai îndeplinească și alte condiții (dependente de destinația și categoria radioreceptorului), cum ar fi: impedanța de intrare, sensibilitatea la intrarea de *AF*, intrări suplimentare pentru semnale *AF*, reglaje de tonuri, ieșirea pentru difuzor suplimentar etc.

ÎNTREBARE. Ce este *amplificatorul stereo* și care este rolul specific al acestuia?

RĂSPUNS. Amplificatorul stereo este un ansamblu electric constituit din două amplificatoare *AF* cu intrări, ieșiri și reglaje separate, dar cu performanțe electrice aproximativ identice.

Rolul specific al amplificatorului stereo este acela de a amplifica simultan, pe fiecare din cele două amplificatoare *AF* (canale), semnalele *AF* provenite de la surse de programe stereo (picup, casetofon, decodorul stereo al *rr*), transmițîndu-le incintelor acustice, dispuse spațial corespunzător unei audiții stereofonice.

Amplificatoarele stereo echipează în general *rr* destinate recepției emisiunilor de radiodifuziune stereofonice. Uneori se întîlnesc și pe *rr* staționare obișnuite, unde amplificatorul se poate conecta la diferite surse de program stereo exterioare.

ÎNTREBARE. Ce condiții electrice specifice trebuie să îndeplinească un amplificator stereo?

RĂSPUNS. Amplificatoarele stereo, pentru a atinge scopul cu care au fost introduse în practică, trebuie să îndeplinească o serie de condiții specifice, pe care le enumerăm mai jos:

— diafonia între cele două canale (influența electrică a unui canal asupra celuilalt) trebuie să fie cît mai mică. Parametrul care caracterizează mărimea diafoniei se numește *atenuarea diafoniei între canale* și reprezintă raportul între puterea la ieșirea unui canal (P_{cI}), ca urmare a aplicării unui semnal *AF* la intrarea acestuia, și puterea la ieșirea celuilalt canal (P_{cII}), ca urmare a pătrunderii nedorite a semnalului *AF* din canalul precedent. Cu cît acest raport de puteri, exprimat în dB, este mai mare, cu atît diafonia este mai mică;

— caracteristicile de frecvență și fază ale celor două canale trebuie să fie identice;

— pentru respectarea compatibilității cu surse de program monofonice, amplificatorul stereo trebuie să permită funcționarea atît în regim *STEREO* cît și în regim *MONO*;

— nivelele de putere la ieșire trebuie să fie reglabile în rapoarte diferite pe fiecare canal, spre a compensa diferențele de nivel în audiție, diferențe datorate poziției ascultătorului față de cele două incinte electroacustice.

ÎNTREBARE. Cum se realizează în practică condițiile electrice specificate mai sus?

RĂSPUNS. Pentru realizarea în practică a acestor cerințe, sînt necesare următoarele precauții:

— schemele electrice de principiu ale celor două canale (stînga-dreapta) trebuie să fie concepute identic (tipuri de componente electronice, valori, toleranțele acestora etc.);

— aranjarea pieselor pe placa de circuit imprimat cît și traseele circuitului trebuie să fie realizate identic pentru fiecare canal și simetric față de o axă imaginară ce separă cele două canale sau, dacă din motive de construcție nu se poate respecta simetria mecanică a dispunerii pieselor și traseelor, trebuie să se evite pe cît posibil dispunerea intrărilor în etajele de preamplificare ale unui canal, în apropierea etajelor finale ale celuilalt canal;

— trebuie să se utilizeze potențiometre duble (tandem) de volum, tonuri joase, tonuri înalte, care să asigure curbe de reglaj cît mai asemănătoare;

— traseele de alimentare cu tensiune continuă, cît și filtrajele acestora trebuie să fie separate pentru fiecare canal;

— pentru obținerea unor caracteristici de frecvență și fază aproximativ identice trebuie ca parametrii pieselor utilizate să fie în toleranțe mici.

2. ETAJELE FUNCȚIONALE ALE AMPLIFICATORULUI DE AF ȘI CERINȚELE ACESTORA

ÎNTREBARE. Care este schema bloc a oricărui amplificator *AF* și ce circuite electrice principale conțin etajele *AAF*?

RĂSPUNS. Schema bloc simplificată a amplificatorului *AF* este reprezentată în figura 9.1. Amplificatorul *AF* primește semnalele de la demodulator sau de la surse exterioare de program; tensiunile de alimentare în c.c. de la baterii sau redresorul *rr* și furnizează la ieșire semnalul *AF*, amplificat în putere pînă la nivelul corespunzător.

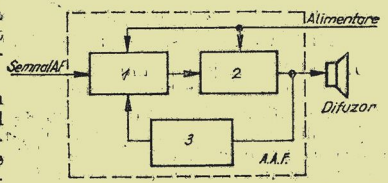


Fig. 9.1. Schema bloc simplificată a unui amplificator de *AF*:
1 — etaje de amplificare în tensiune; *2* — etaje de amplificare în putere; *3* — circuite de reacție negativă.

Etajele *1* de amplificare în tensiune a semnalului *AF* includ și circuitele de reglaj ale volumului, tonalității etc., funcție de cerințele impuse amplificatorului *AF*.

Etajele *2* de amplificare în putere a semnalului *AF* (etaje prefinale și finale) includ și circuitele de protecție ale acestora. Totalitatea circuitelor de reacție negativă ale amplificatorului *AF* este reprezentată de blocul *3*.

În schemele amplificatoarelor *AF*, realizate cu componente discrete, etajele și circuitele menționate se pot evidenția ușor, dar cu cît schema electrică este mai complicată, probabilitatea de defectare a unei componente crește, iar lucrările de depanare se complică de asemenea.

Odată cu apariția și dezvoltarea producției de circuite integrate destinate amplificatoarelor *AF*, s-au adoptat scheme electrice de amplificatoare cu circuite integrate. În aceste scheme, etajele și circuitele prezentate în alineatele anterioare nu au fost desființate, ci au fost încorporate, mai mult sau mai puțin, în schema electrică internă a circuitului integrat. Datorită reducerii numărului de componente, în cazul amplificatoarelor *AF* cu circuite integrate, probabilitatea de defectare este redusă, iar lucrările de depanare se simplifică substanțial.

Algerea unor soluții electrice în schemele amplificatoarelor *AF*, mai simple sau mai complicate, se bazează pe diverse criterii, dintre care putem enumera: performanțele pe care trebuie să le satisfacă amplificatorul *AF* în schema generală a radioreceptorului, costul componentelor utilizate, spațiul ocupat de *AAF* în caseta *rr*, sursele de alimentare de care se dispune, destinația *rr* etc.

ÎNTREBARE. Care sînt cerințele blocului funcțional *1* din figura 9.1.?

RĂSPUNS. Etajele de amplificare în tensiune a semnalului *AF* trebuie să asigure:

— o impedanță de intrare a amplificatorului *AF* corespunzătoare, în vederea adaptării acestuia la demodulator sau la alte surse exterioare de semnale *AF*;

— o amplificare în tensiune suficient de mare, ca, împreună cu etajele de amplificare în putere, să furnizeze la ieșire puterea corespunzătoare, pentru diverse semnale *AF* provenite de la demodulator sau sursele exterioare de semnal;

— reglajul puterii de *AF*, de la valoarea minimă pînă la valoarea maximă, cu ajutorul potențiometrului de volum;

— reglajul tonalităților (al benzii de *AF*) în limitele dorite, cu ajutorul potențiometrului (potențiometrelor) de ton (*JOASE* sau *ÎNALTE*);

— distorsiuni armonice și zgomote proprii cît mai mici;
— o stabilitate mare în funcționare, spre a evita degradarea regimului static, cît și dinamic ale întregului amplificator *AF*.

La radioreceptoarele de clasă superioară mai pot exista și alte cerințe suplimentare în ceea ce privește aceste etaje.

ÎNTREBARE. Care sînt cerințele blocului funcțional *2* în figura 9.1?

RĂSPUNS. Etajele de amplificare în putere a semnalului *AF* (etaje prefinale și finale) trebuie să asigure:

— amplificarea în putere a semnalelor *AF* (provenite de la ultimul etaj amplificator în tensiune) la nivelul impus, cînd la ieșirea etajului final este conectată o sarcină de valoare egală cu rezistența (impedanța) difuzorului sau incintei electroacustice;

— distorsiuni proprii (de limitare, asimetrie, neracordare) minime, cînd puterea debitată în sarcină nu depășește valoarea puterii nominale (P_n) impusă amplificatorului *AF*;

— funcționarea tranzistoarelor amplificatoare de putere într-un regim termic stabil;

— un randament al amplificatorului cît mai mare pentru a nu disipa inutil energie din sursa de alimentare (în special la alimentarea din baterii);

— protecția tranzistoarelor finale la suprasarcini accidentale, la pornire etc.

ÎNTREBARE. Ce funcții principale îndeplinesc circuitele de reacție negativă în schema unui amplificator *AF*?

RĂSPUNS. Circuitele de reacție negativă care sînt clasificate după diverse criterii: locul de acționare (reacție negativă locală sau globală), modul de aplicare a tensiunii de reacție comparativ cu semnalul *AF* (reacție negativă serie sau paralelă), modul de acționare comparativ cu frecvența de lucru (reacție negativă în curent continuu, în curent alternativ, selectivă) îndeplinesc o serie de funcții esențiale în schema *AAF*.

În acest sens, menționăm că circuitele de reacție negativă:

— asigură stabilitatea în timp a raportului de amplificare (U_e/U_i) atît pe fiecare etaj de amplificare, cît și la nivelul întregului amplificator *AF*;

— permit menținerea constantă a amplificării în gama de frecvențe dorită;

— exclud posibilitatea de autooscilație a amplificatorului *AF* atît prin funcțiile enumerate, cît și prin atenuarea importantă introdusă la frecvențele din afara benzii de lucru a amplificatorului *AF*;

— asigură impedanțele de intrare, respectiv de ieșire, necesare etajelor amplificatorului *AF*;

— permit creșterea eficacității reglajelor de ton, cînd circuitele de reglaj al tonalității sînt conectate în bucle de reacție negativă;

— permit obținerea distorsiunilor minime în amplificatorul *AF*.

3. PROCEDEE ELECTRONICE ADOPTATE ÎN SCHEMELE DE PRINCIPIU ALE AAF

În practica depanării amplificatoarelor *AF* se întîlnește o varietate mare de procedee electronice uzitate pentru obținerea performanțelor impuse acestora. În vederea completării cunoștințelor depanatorului, se vor pre-

zenta succint cîteva probleme specifice diverselor categorii de amplificatoare *AF* cu care se confruntă acesta.

ÎNTREBARE. Explicați rolul componentelor electronice din schema de principiu a unui amplificator de semnal mic *AF* cu cuplaj *RC*.

RĂSPUNS. Schema de principiu din figura 9.2, reprezintă un exemplu de amplificator de semnal mic *AF* cu cuplaj *RC* întîlnit deseori la radioreceptoarele de buzunar de producție autohtonă, cu mici modificări de la un model la altul.

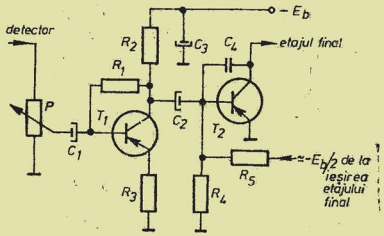


Fig. 9.2. *AAF* de semnal mic, cu cuplaj *RC*.

Se observă în acest caz că etajele amplificatoare în tensiune sînt realizate cu două tranzistoare (T_1 și T_2) și componentele aferente. Primul etaj, realizat cu tranzistorul T_1 (numit *etaj preamplificator*), este cuplat cu al doilea etaj, realizat cu tranzistorul T_2 (numit *driwer* sau *defazor*), prin intermediul condensatorului de cuplaj C_2. Atît condensatorul C_1 cît și condensatorul C_2 separă etajele în regim de c.c. și transmit semnalul de la cursorul potențiometrului de volum, la baza tranzistorului T_2. Rezistențele R_1, R_2 și R_3 stabilesc punctul static de funcționare al tranzistorului T_1 la un curent $I_C \approx 0{,}5 - 2$ mA, iar, în regim dinamic, R_1 realizează o mică reacție negativă de tensiune (avînd valori de ordinul 120—470 kΩ) și R_3 (nedecuplată în masă la c.a.) realizează o reacție negativă de curent, determinînd creșterea impedanței de intrare în tranzistorul T_2, pentru adaptarea amplificatorului *AF* la ieșirea detectorului fără să șunteze potențiometrul de volum.

Rezistența R_3, în paralel cu impedanța de intrare a tranzistorului T_2, realizează sarcina pe care lucrează primul etaj ca amplificator de tensiune în clasă *A*.

Rezistențele R_4 și R_5, în regim static, polarizează baza tranzistorului T_2, astfel încît să îi asigure un curent de colector de circa 3—5 mA. În regim dinamic, R_4 și R_5 realizează o reacție negativă pe două etaje, a cărei mărime depinde de raportul valorilor R_5 și rezistența de intrare în baza tranzistorului T_2. Condensatorul C_4, de valori 500—1 000 pF, introduce o reacție negativă de tensiune (în regim dinamic) prin reducerea amplificării tranzistorului T_2 la frecvențe mai mari de 4,5 kHz, evitînd autooscilația amplificatorului *AF* pe frecvențe superioare.

Grupul R_6($\approx 100\ \Omega$), C_3($\approx 100\ \mu$F) reprezintă un grup de filtraj pe traseul de alimentare al tranzistorului T_1, pentru evitarea pătrunderii semnalului *AF* de la ieșirea etajului final spre intrarea preamplificatorului, sau brumului, în cazul alimentării de la redresor.

ÎNTREBARE. Explicați rolul funcțional al componentelor electronice din schema de principiu a unui amplificator de semnal mic *AF* cu cuplaj galvanic.

RĂSPUNS. Schema de principiu din figura 9.3, reprezintă un alt exemplu de realizare a etajelor amplificatoare de semnal mic *AF*, întîlnit în general în *rr* portabile, cu unele modificări de la un tip la altul.

Acest model de schemă electrică se spune că este *cu cuplaj galvanic*, întrucît între etajul preamplificator T_1 și etajul driwer T_2 nu există condensator de cuplaj, iar semnalul *AF* se transmite direct din colectorul T_1 la baza tranzistorului T_2. Tranzistorul T_1 este polarizat, în regim static, prin rezistențele R_1, R_2, R_3, R_4 și R_5, iar tranzistorul T_2 este polarizat pe bază prin tranzistorul T_1 și R_5, iar pe emitor, prin R_6.

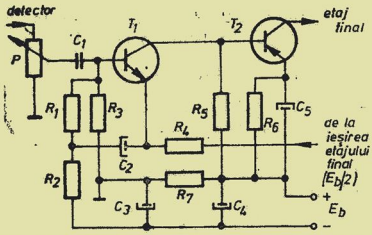


Fig. 9.3. *AAF* de semnal mic, cu cuplaj galvanic.

Rezistența R_2, avînd de obicei valoare foarte mică (10—15Ω) față de rezistența R_1 (sute de kiloohmi), nu are rol important în polarizarea tranzistorului T_1, dar ea face parte din circuitul de reacție negativă de c.a. realizat din rezistența R_4 cuplată, în regim de c.a., cu rezistența R_2 prin condensatorul C_2. Acest circuit de reacție negativă asigură distorsiuni mici la ieșirea tranzistorului T_1 și, în același timp, oferă amplificatorului *AF* o impedanță de intrare relativ mare pentru cuplarea la un potențiometru de circa 100 kΩ.

Condensatorul C_5 decuplează pentru frecvențele semnalului *AF* rezistența din emitorul tranzistorului T_2.

Grupul C_3R_7 și C_4 are același rol de filtraj ca și în exemplul precedent.

ÎNTREBARE. Ce circuite electronice se întîlnesc în etajele de semnal mic ale *AAF* de clasă superioară?

RĂSPUNS. La amplificatoarele *AF* de clasă superioară, schemele electrice ale etajelor de semnal mic se complică mai mult, datorită cerințelor multiple care se impun acestor amplificatoare.

Pentru exemplificare, vom enumera circuitele întîlnite în etajele de semnal mic *AF*, la *rr* stereofonic *Bucur* (v. planșa 1), care sînt identice pe ambele canale *AF* ale *rr*.

De la ieșirea decodorului stereo (recepția pe *UUS*), spre etajele amplificatoare de putere se întîlnesc următoarele categorii de circuite:

— *circuite de selectare a surselor de program* (decodorul *rr* pe *MF*, detectorul *rr* pe *MA*, picup cu cristal și magnetofon), realizate cu comutatoare și mufe de conectare a surselor exterioare;

— *circuite amplificatoare de tensiune*, realizate cu două tranzistoare, care au impedanțe de intrare și rapoarte de amplificare în tensiune diferite, funcție de sursele de program selectate la intrare (varianta *rr Bucur* — 2 × 15 W);

— *circuite amplificatare în tensiune cu impedanță mare de intrare și impedanță mică de ieșire*, realizate cu două tranzistoare;

— *circuite de corecție fiziologică a volumului*;

— *circuite de reglaj separat al tonalității* (tonuri joase și tonuri înalte);

— *circuite amplificatoare în tensiune a semnalului AF, cu impedanță mare de intrare*, realizate cu un tranzistor în montaj „boot-strap";

— *circuite de reglaj al „balansului" între canale:*

— *circuite de excitație a etajelor prefinale*, realizate cu două tranzistoare în montaj Darlington.

ÎNTREBARE. Care sînt și ce rol au circuitele de corecție fiziologică a volumului din subansamblul de reglaje și corecții *volum-tonuri* ale unui *AAF*?

RĂSPUNS. Circuitele de corecție fiziologică a volumului din schema reprezentată în figura 9.4 sînt compuse din cele două rețele *RC*, conectate

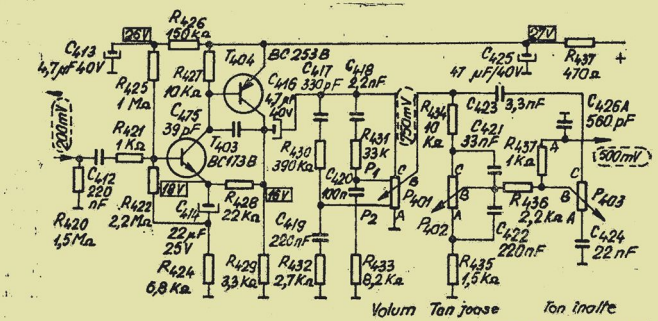


Fig. 9.4. Schema electrică a circuitelor de corecții și reglaje *VOLUM — TONURI*.

la cele două prize intermediare ale potențiometrului de volum. Aceste rețele sînt constituite din componentele electronice C_{417}, R_{430}, C_{419}, R_{432}, respectiv C_{418}, R_{431}, C_{420} și R_{433}, care au valorile menționate pe schemă.

Rolul acestor rețele, de impedanță complexă, în gama de frecvențe, este de a compensa deficiențele de percepție ale urechii umane la diferite nivele sonore. Se cunoaște că, la diferite intensități sonore, urechea nu percepe aceeași gamă de frecvențe și este necesar ca la diferite poziții ale potențiometrului de volum, caracteristica de frecvență a *AAF* să se modifice spre a compensa aceste deficiențe.

Pentru ca aceste rețele să efectueze o corecție fiziologică eficientă, este necesar ca injectarea semnalului *AF* în aceste circuite să se facă de la o sursă cu impedanță mică de ieșire, spre a nu influența constantele de timp ale grupurilor *RC*. În acest scop, s-a introdus etajul amplificator de tensiune realizat cu tranzistoarele. T_{403} (*BC 173 B*) și T_{404} (*BC 253 B*). Acest etaj, pe lîngă o mică amplificare în tensiune (circa 3,5 ori), realizează o impedanță de intrare mare de circa 560 kΩ și o impedanță mică de ieșire de circa 300 Ω, suficientă pentru conectarea etajului la circuitele de corecție fiziologică și la circuitele de reglaj al tonalității.

Rolul componentelor electronice, care constituie amplificatorul în tensiune și reacțiile sale negative, este similar cu cel prezentat pentru schema electrică din figura 9.3. Condensatorul ceramic C_{475} (30 pF), prin reacția negativă introdusă, asigură stabilitatea tranzistorului T_{404} la oscilație prin reducerea substanțială a frecvenței de tăiere (F_T) a acestuia.

ÎNTREBARE. Ce procedee principale de reglaj al tonurilor se utilizează în schemele *AAF*?

RĂSPUNS. Pentru reglajul tonalității, în schemele amplificatoarelor *AF* s-au adoptat un număr mare de procedee electronice, mai ieftine sau mai scumpe, în funcție de clasa *rr*.

Scopul introducerii unor circuite de reglaj al tonalității este de a oferi posibilitatea ascultătorului să modifice, în anumite limite, caracteristica *amplificare-frecvență* a *AAF* după preferințele sale, obținînd în difuzor tonalitatea dorită. Procedele de modificare a caracteristicii *amplificare-frecvență* a *AAF*, întîlnite deseori în practica depanării, sînt:

— introducerea unui condensator, de valoare fixă, în paralel cu intrarea de impedanță mare a *AAF*, determinînd în acest mod atenuarea cu circa 6 dB/octavă a frecvențelor din partea superioară a caracteristicii de frecvență;

— atenuarea frecvențelor înalte, tot cu circa 6 dB/octavă, dar frecvența de la care începe atenuarea este variabilă prin acționarea potențiometrului de ton, conectat în serie cu un condensator fix;

— atenuarea frecvențelor înalte, concomitent cu amplificarea frecvențelor joase și, invers, atenuarea frecvențelor joase concomitent cu amplificarea frecvențelor înalte prin acționarea unui singur potențiometru de ton conectat într-o rețea *RC* complexă (numit și *procedeu de balansare a caracteristicii de frecvență*);

— modificarea separată a nivelului frecvențelor joase și respectiv a frecvențelor înalte, din caracteristica *amplificare-frecvență*, cu ajutorul a două potențiometre independente (tonuri *ÎNALTE* și tonuri *JOASE*).

ÎNTREBARE. Ce curbe de reglaj se pot realiza cu circuitele de reglaj al tonurilor avînd schema electrică din figura 9.4.?

RĂSPUNS. În cazul acestor circuite de reglaj al tonurilor, se poate efectua separat amplificarea sau atenuarea frecvențelor joase, acționînd potențiometrul P_{402}, într-un sens sau în altul. Componentele care contribuie la eficacitatea acestui reglaj sînt: R_{434}, P_{402}, C_{421}, C_{422}, R_{436} și R_{435}, cu valorile menționate pe schemă.

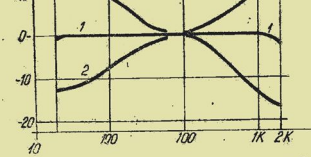


Fig. 9.5. Curbe de reglaj al tonurilor pentru schema din figura 9.4:

1 — potențiometrele P_{402} și P_{403} în poziție centrală, de liniaritate maximă (*TLM*); *2* — potențiometrul P_{402} în poziția *A* (atenuarea frecvențelor joase); *3* — potențiometrul P_{403} în poziția *C* (amplificarea frecvențelor joase); *4* — potențiometrul P_{403} în poziția *C* (amplificarea frecvențelor înalte); *5* — potențiometrul P_{402} în poziția *A* (atenuarea frecvențelor înalte).

Atenuarea sau amplificarea frecvențelor înalte se efectuează, de asemenea, separat, acționînd potențiometrul P_{403}. Componentele care contribuie la eficacitatea acestui reglaj sînt: C_{423}, P_{403}, C_{424}, R_{437} și C_{426} cu valorile menționate pe schemă.

Această rețea complexă de circuite de reglaj al tonurilor, cunoscute și sub denumirea de *corecție de tip Baxendall*, poate realiza curbe de reglaj de forma celor prezentate în figura 9.5.

Acest tip de rețea de corecție a tonurilor, datorită performanțelor bune de reglaj se întîlnește frecvent în schemele *rr* stereo, cît și în schemele amplificatoarelor stereo de sine stătătoare. Conectarea acestei rețele de corecție în schema electrică a *AAF* se poate

efectua în două variante:

— conectarea directă între două etaje ale amplificatorului *AF*, numită și *rețea de corecție pasivă* (v. planșa 1 — *rr Bucur*);

— conectarea în bucla de reacție negativă a unor etaje din *AAF*, numită și *rețea de corecție activă* (v. planșa 2 — combina *Stereoson*).

ÎNTREBARE. Ce regim de funcționare se impune etajelor amplificatoare în putere din *AAF* realizate cu tranzistoare sau cu circuite integrate și din ce cauză?

RĂSPUNS. Pentru a putea amplifica semnalele *AF*, la puterea de ieșire impusă *AAF* din radioreceptor, etajele amplificatoare în putere consumă energie electrică din sursa de alimentare a *rr* (baterie sau alimentator), devenind astfel cele mai importante consumatoare de energie din *rr*. Din acest motiv, la stabilirea puterii surselor de alimentare ale *rr* se ia în considerație în primul rînd puterea maximă necesară la ieșirea amplificatorului *AF*. Problema consumului etajelor finale *AAF*, fiind de importanță deosebită la *rr* alimentate la baterii, rămîne destul de importantă și la *rr* alimentate de la rețeaua de c.a. (220 V/50 Hz). Avînd în vedere necesitatea obținerii unei puteri utile *AF* maxime, cu un consum cît mai redus din sursa de alimentare, în tehnica realizării amplificatoarelor de putere *AF* s-au adoptat montaje de amplificatoare cu randamente energetice cît mai bune, chiar dacă se face un oarecare compromis în ceea ce privește distorsiunile semnalului *AF*.

Aceste deziderate (randament bun și distorsiuni acceptabile) sînt îndeplinite de amplificatoarele de putere cu regim de funcționare în clasă *B*. În acest regim de funcționare, randamentul amplificatorului ($\eta = P_{util\,max}/P_{abs}$) este mai bun de 75%, chiar dacă distorsiunile introduse sînt ceva mai mari decît la un amplificator de clasă *A*, unde randamentul maxim este de circa 50%.

Ca urmare, la *rr* echipate cu tranzistoare sau circuite integrate s-au generalizat etajele finale ale *AAF* cu regim de funcționare în clasă *B*. Aceste etaje, realizate cu perechi de tranzistoare, fie de același tip (ambele *PNP* sau ambele *NPN*), fie complementare (unul *PNP* și unul *NPN*), se întîlnesc în practica depanării într-o mare varietate de configurații constructive. Cu această ocazie, trebuie reținut că, pentru obținerea unor randamente maxime și distorsionări minime, cele două tranzistoare care constituie etajul final trebuie să aibă parametri de valori cît mai apropiate (amplificarea în curent β, I_{CMAX}, U_{CEO}, U_{BE} etc.).

În cazul amplificatoarelor realizate cu circuite integrate (seria *TBA 790*, seria *TCA 150*, *AN 7145 M* etc.), etajele finale, deși sînt încorporate în schema internă a circuitului integrat, respectă toate condițiile impuse etajelor finale realizate cu componente discrete.

ÎNTREBARE. De ce sînt necesare circuitele de stabilizare termică a etajelor finale *AF* și cum realizează acestea compensarea cu temperatura a curentului de colector al tranzistoarelor finale?

RĂSPUNS. În toate schemele electrice ale etajelor finale *AF* realizate cu tranzistoare sînt prevăzute circuite de stabilizare termică, chiar dacă puterea furnizată de etajul final este redusă sau foarte mare. Aceste cir-

cuite de stabilizare sînt necesare în schemele etajelor finale pentru menținerea constantă, în timpul funcționării acestora, a unui regim termic corespunzător de lucru al tranzistoarelor finale, indiferent de puterea furnizată în sarcină sau de variația temperaturii mediului ambiant.

Circuitele de stabilizare îndeplinesc această funcție prin efectuarea compensării cu temperatura a curentului de colector al tranzistoarelor finale. Eficacitatea acesteia este mai mare sau mai redusă, în funcție de soluția electrică și constructivă aleasă.

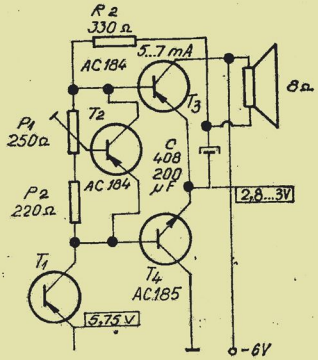


Fig. 9.6. Etaj final de *AF*, compensat în temperatură, cu un tranzistor.

În schema electrică din figura 9.6, compensarea curentului de colector se realizează cu ajutorul tranzistorului T_2(*AC 184*) montat pe același radiator cu tranzistoarele finale T_3(*AC 184*) și T_4(*AC 185*).

În regim static de c.c., prin reglajul potențiometrului P_1(250 Ω) se polarizează tranzistorul T_2, astfel încît tensiunea U_{CE} a acestuia să asigure, prin tranzistoarele T_3 și T_4, un curent I_C de repaus de circa 5 mA.

În regim dinamic, temperatura tranzistoarelor finale crește, curentul de repaos I_C are tendința să crească, deși polarizarea bazelor T_3 și T_4 nu este modificată. Întrucît și tranzistorul T_2 montat pe același radiator se încălzește la aproximativ aceeași temperatură cu T_3 și T_4, și curentul de colector al acestuia va crește cu temperatura, avînd polarizarea bazei fixată de grupul R_1 și P_1. În aceste condiții, creșterea curentului de colector al tranzistorului T_2 determină căderea tensiunii U_{CE} care polarizează bazele tranzistoarelor finale: $U_{CE}(T_2) = U_{BE}(T_3) + U_{BE}(T_4)$. Scăderea tensiunilor $U_{BE}(T_3)$ și $U_{BE}(T_4)$ determină scăderea curentului I_C al tranzistoarelor finale, realizînd astfel compensarea acestuia cu temperatura.

Această soluție de compensare se utilizează din ce în ce mai mult datorită eficacității sale, atît în amplificatoarele *AF* ce echipează radioreceptoare, cît și în amplificatoarele stereo de puteri mari (10 W—100 W) individuale.

ÎNTREBARE. Cum se pot obține puteri de ieșire mari în cazul amplificatoarelor *AF* echipate cu tranzistoare complementare de putere redusă?

RĂSPUNS. Avînd în vedere că amplificarea în putere a unui etaj final de clasă *B* este limitată de performanțele tranzistoarelor (cîștigul de curent β), iar semnalul *AF* furnizat de tranzistorul defazor (driwer) are o putere destul de mică, pentru obținerea unei puteri de ieșire mai mari se procedează la multiplicarea etajelor de amplificare în putere.

În schema prezentată în figura 9.7, amplificarea în putere a semnalului *AF* se realizează în două etaje. Etajul prefinal, realizat cu tranzistoarele complementare T_{409}(*BD 135*) și T_{410}(*BD 136*) împreună cu componentele de polarizare a acestora, efectuează o primă amplificare în putere

a semnalului *AF* din colectorul T_{407} (*BC 171 A*). În același timp, acest etaj, prin modul de conectare la etajul final, îndeplinește și rolul de etaj defazor.

În acest caz, etajul final, constituit din două tranzistoare de putere mare *2 N 3055*, lucrează în montaj contratimp clasă *B*, fiind excitat de un etaj defazor. Deoarece semnalul de excitație a etajului final este suficient de mare, la ieșirea etajului se obține o putere mult mai mare decît dacă s-ar utiliza un singur etaj amplificator în putere.

Tranzistorul T_{408} (*BD 135*), fiind montat pe același radiator cu tranzistoarele finale T_{411} și T_{412}, realizează compensarea cu temperatura a curentului de colector, atît la tranzistoarele prefinale T_{409} și T_{410}, cît și la tranzistoarele finale T_{411} și T_{412}. În condițiile unei tensiuni de alimentare de 40 V, amplificatorul de putere din figura 9.7 asigură pe sarcina de 4 Ω o putere nominală de 15 W, ceea ce numai cu tranzistoarele complementare *BD 135*, respectiv *BD 136* nu s-ar putea obține.

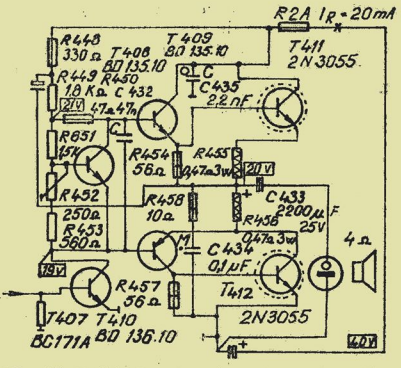


Fig. 9.7. Etajele de putere ale unui *AAF* de 15 W.

B. LUCRĂRI PRACTICE DE DEPANARE A AMPLIFICATOARELOR DE AUDIOFRECVENȚĂ

Pentru începerea lucrărilor de depanare la un amplificator *AF* dintr-un radioreceptor, depanatorul trebuie să se convingă de localizarea defecțiunii în amplificatorul *AF*. Acest lucru este strict necesar, întrucît majoritatea defecțiunilor dintr-un radioreceptor se manifestă și sînt sesizate la ieșirea amplificatorului *AF*, deși ele pot aparține altor etaje din *rr*.

Lucrările practice de depanare din prezentul capitol presupun că defectul a fost localizat în amplificatorul *AF* și, la aplicarea unui semnal *AF* la intrarea amplificatorului, audiția în difuzor este anormală.

Totodată, trebuie subliniat că prin întrebările și răspunsurile referitoare la acestea nu se poate epuiza întreaga gamă de situații pe care le poate întîlni depanatorul în practică; s-au ales deci simptomele și defectele mai frecvent întîlnite în practica depanării amplificatoarelor *AF*. Prezentarea diferitelor simptome s-a exemplificat, în unele cazuri, pe scheme electrice concrete, de complexitate redusă și medie, cu extinderea explicațiilor și alte tipuri de amplificatoare *AF*, cu scopul de a se înțelege mai bine problemele prezentate, care, în linii generale rămîn aceleași în cazul oricărui amplificator *AF*.

Apariţia unui defect oarecare în amplificatorul *AF*, determină la ieşirea acestuia modificarea anumitor parametri funcţionali (putere nominală, distorsiuni, zgomot etc.), care sînt sesizaţi în difuzor, sub diverse forme de înrăutăţire a audiţiei programului.

Aceste forme de înrăutăţire a audiţiei, numite *simptome*, sînt numeroase şi depind de natura electrică a defectului.

Simptomele cu probabilitate mai mare de apariţie şi care, în majoritatea cazurilor, nu depind de tipul de amplificator *AF*, sînt :

— *lipsa totală a audiţiei (deşi difuzorul rr este intact)* ;
— *lipsa audiţiei, dar zgomot (pocnet) la pornirea radioreceptorului* ;
— *audiţie cu distorsiuni mari şi nivel sonor redus* ;
— *audiţie însoţită de brum* ;
— *audiţie temporară, urmată de dispariţia acesteia după un timp de la pornire* ;
— *audiţie cu nivel scăzut* ;
— *audiţie însoţită de oscilaţii parazite, pueruice* ;
— *audiţie însoţită de zgomote şi întreruperi intermitente* ;
— *audiţie cu distorsiuni la un nivel sonor normal.*

Avînd în vedere simptomele enumerate, să se răspundă, pentru fiecare situaţie în parte, la următoarele întrebări :

1) *Cum se identifică simptomul ?*

2) *Ce performanţe ale radioreceptorului sînt afectate ?*

3) *Care sînt principalele cauze posibile de defectare ?*

4) *Care este metodologia recomandată pentru depistarea defectului şi depanare, precum şi aparatele utilizate ?*

a. Lipsa totală a audiţiei

Răspunsuri

1) Pentru identificarea simptomului, la oricare amplificator *AF* se acţionează butonul potenţiometrului de volum spre poziţia *volum maxim*. Se va constata că, atît la cuplarea întrerupătorului tensiunii de alimentare, cît şi la reglajul volumului pînă la maxim, în difuzorul radioreceptorului nu se aude nici un sunet, oricît de mic, deşi acesta este în bună stare de funcţionare.

2) Toate performanţele radioreceptorului, care implică verificarea la ieşirea amplificatorului *AF*, sînt total compromise (putere nominală, sensibilitate, distorsiuni etc.).

3) Dacă analizăm schema din figura 9.8 şi ţinem cont de observaţia că nici la pornire nu se aude cel puţin un „pocnet" în difuzor, se poate aprecia că la baza defecţiunii stau cauze de natură mecanică, care au determinat una din situaţiile :

— întreruperea traseelor de cablaj imprimat sau a conexiunilor care cuplează difuzorul la amplificatorul *AF* (ieşirea amplificatorului *AF* în gol) ;
— scurtcircuitarea mecanică a traseelor de ieşire spre difuzor (ieşirea amplificatorului *AF* în scurtcircuit).

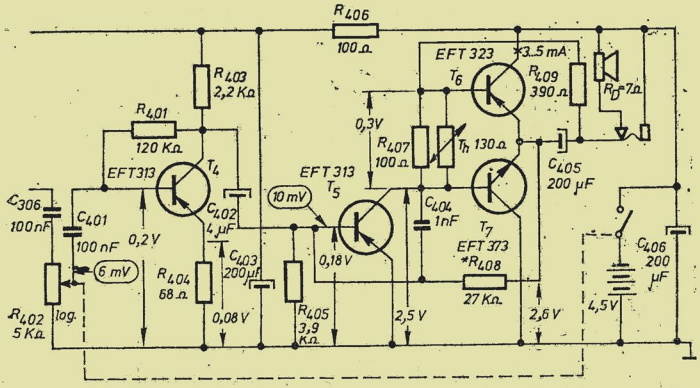


Fig. 9.8. Schema electrică de principiu a etajelor *AAF* ale unui radioreceptor de buzunar (*ALFA, PESCĂRUȘ, OMEGA*).

4) Pentru depistarea defectului se procedează la:

— verificarea vizuală a traseelor și conexiunilor între ieșirea amplificatorului *AF* (condensatorul C_{405} și traseul de 4,5 V) și bornele difuzorului;

— verificarea cu ohmmetrul a rezistenței de sarcină între colectorul tranzistorului T_6 și electrodul negativ al condensatorului C_{405}.

În funcție de rezistența de sarcină măsurată (gol sau scurtcircuit), diferită de valoarea rezistenței difuzorului ($R_D = 7\ \Omega$) se iau măsuri de remediere a defectului.

După eliminarea situației ($R_S = 0$ sau $R_S = \infty$) se efectuează o verificare de funcționare normală a amplificatorului *AF*, deoarece, în cele mai multe cazuri, cînd ieșirea amplificatorului *AF* a fost scurtcircuitată, tranzistoarele finale s-au defectat și necesită a fi schimbate.

Menționăm că situații de natura celor analizate mai sus se întîlnesc în mod frecvent la radioreceptoarele miniatură. La aceste *rr*, din motive constructive în gabarit redus, placa de circuit imprimat este așezată deasupra difuzorului, la limita de atingere a șasiului metalic al acestuia cu traseele de pe circuitul imprimat. Producătorii de radioreceptoare miniatură (atît străini, cît și autohtoni) iau măsuri simple și ieftine de evitare a atingerii șasiului de traseele circuitului imprimat, dar la încasetări neglijente se pot produce situații de scurtcircuite. Tot din motive de scurtcircuitare a ieșirii amplificatorului *AF*, producătorii de radioreceptoare atrag atenția asupra valorii rezistenței de sarcină a traductoarelor electroacustice exterioare (difuzoare, incinte, căști etc.), care se cuplează la bornele de ieșire ale amplificatorului *AF*.

În cazul amplificatoarelor *AF* cu transformator de ieșire, simptomul enunțat poate fi cauzat de întreruperea înfășurării secundare a transformatorului sau a traseului de alimentare a tranzistoarelor finale prin înfășurarea primară a transformatorului.

b. Lipsa audiției, zgomot (pocnet) la pornire

Răspunsuri

1) Considerînd cazul amplificatorului *AF* din figura 9.9, se acționează potențiometrul de volum pentru pornirea *rr*, de care este cuplat solidar întrerupătorul tensiunii de alimentare de la baterie sau redresorul *rr*. În

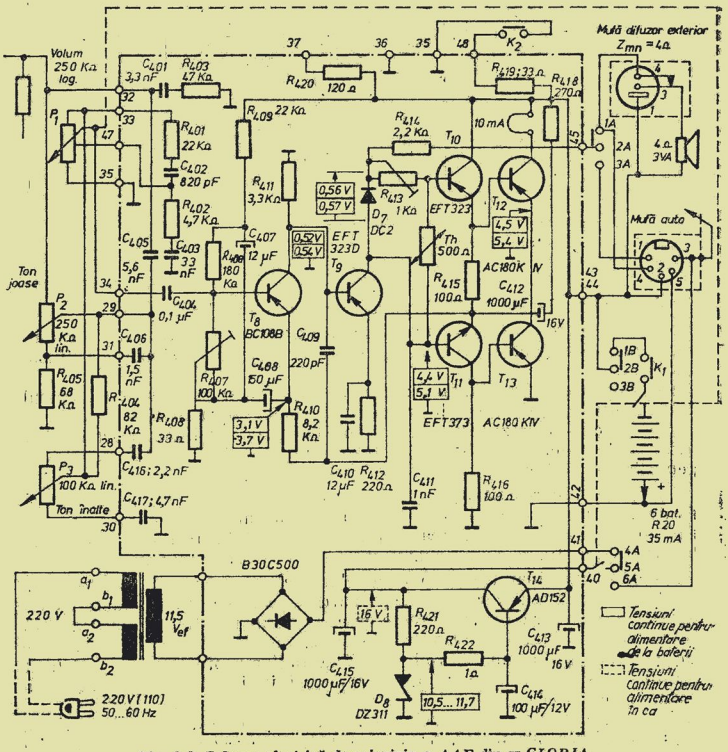


Fig. 9.9. Schema electrică de principiu a *AAF* din *rr GLORIA*.

cazul simptomului de față, se va auzi în difuzor un pocnet ușor, datorită încărcării condensatorului C_{412}, de la sursa de alimentare (prin bobina mobilă a difuzorului și prin tranzistoarele T_{11} și T_{13}). Curentul tranzitoriu de încărcare al condensatorului C_{412}, circulînd prin bobina mobilă a difuzorului un timp scurt, o deplasează brusc, determinînd apariția pocnetu-

lui. Rotind în continuare potențiometrul de volum spre poziția de volum maxim, în difuzor se constată că nu există nici un fel de audiție (zgomote sau alte semnale sonore).

De asemenea, dacă se execută manevre de reglaj al tonurilor, se constată că și în acest caz nu apare semnal la ieșirea amplificatorului *AF*.

2) Și în această situație, performanțele radioreceptorului care se verifică la ieșirea *AAF* sînt total compromise, cu excepția rezistenței de sarcină la ieșire R_S, care își păstrează valoarea.

3) Acest simptom este întîlnit în mod frecvent în depanarea oricărui tip de amplificator *AF*, deoarece poate fi generat de foarte multe cauze (lipituri reci, polarizare necorespunzătoare pe orice etaj, întreruperi pe lanțul de transmisie a semnalului *AF* spre ieșirea amplificatorului *AF* etc.).

În schema electrică din figura 9.9 există probabilitatea ca, prin străpungerea tranzistorului final T_{13} (rezistența *colector-emitor* aproximativ nulă), rezistența R_{410} să nu mai fie alimentată și prin urmare, tranzistorul T_8 să fie blocat. În această situație, tranzistorul T_9 este de asemenea blocat, neavînd polarizare pe bază. Blocarea tranzistrului T_9 atrage blocarea tranzistoarelor prefinale T_{10} și T_{11}. Ca urmare, prin procesele de blocare succesive pe care le provoacă străpungerea tranzistorului T_{13}, se produce întreruperea totală a transmisiei semnalului *AF* la ieșirea amplificatorului.

O altă cauză probabilă o constituie creșterea tensiunii pe termistorul *Th* (dereglare a rezistrenței R_{413}, întreruperea diodei D_7—*DC 2*), care determină mărirea curentului de repaus prin tranzistoarele T_{10} și T_{11} și, implicit, mărirea curentului tranzistoarelor finale T_{12} și T_{13}. avînd loc în continuare procesele descrise anterior.

Transmisia semnalului *AF* de la intrarea spre ieșirea *AAF* poate, de asemenea, să se întrerupă dacă una din componentele: R_{408}, R_{407}, R_{410}, R_{412} și R_{414} se defectează prin întrerupere, sau cînd conectarea acestora la traseu este imperfectă (lipituri reci).

4) În general, la amplificatoarele *AF* care folosesc în schema electrică sistemul de cuplaj galvanic între două sau mai multe etaje ale amplificatorului, depistarea componentei (componentelor) defecte, care provoacă simptomul de față, este destul de complicată, deoarece regimul static de funcționare al întregului amplificator *AF* este perturbat de defectarea oricărei rezistențe de polarizare sau oricărui tranzistor.

În această situație, se recomandă metoda verificărilor ohmmetrice între diferite puncte ale schemei electrice, combinată cu metoda verificării regimului static de funcționare al amplificatorului (volumul la minim).

Este necesar ca valorile tensiunilor continue măsurate să corespundă (cu abateri foarte mici) cu valorile notate pe schema de principiu. De obicei, informații importante asupra defectului oferă valoarea tensiunii mediane a etajului final (măsurată pe colectorul T_{13}). În funcție de valoarea acestei tensiuni, depanatorul își poate da seama de integritatea tranzistoarelor finale și de polarizarea tranzistoarelor T_8 și T_9.

Valorile celorlalte tensiuni măsurate furnizează informații despre valorile curenților de colector prin celelalte tranzistoare. Curentul prin tranzistoarele finale se verifică întrerupînd „strapul" din colectorul tranzistorului T_{12} și intercalînd în locul acestuia un miliampermetru cu polaritate corectă. Valori de curent prin tranzistoarele finale mai mari de 15—20 mA pot provoca supraîncălzirea acestora în prezența semnalului *AF*, determinînd defectarea lor, precum și a tranzistoarelor prefinale T_{10}, T_{11}.

Pentru restabilirea regimului de c.c. este suficient un instrument universal (ohmmetru, voltmetru de c.c., miliampermetru de c.c.).

După restabilirea regimului de c.c., prin înlocuirea componentelor defecte, este necesară o verificare de bună funcționare, prin ascultarea unui program de radiodifuziune sau prin verificarea performanțelor principale ale amplificatorului, dacă se dispune de un generator de semnal *AF*, un osciloscop și un voltmetru de *AF*.

În cazul amplificatoarelor *AF* echipate cu circuite integrate, apariția simptomului enunțat este cauzată, în majoritatea cazurilor, de defectarea circuitului integrat. Întrucît circuitele integrate amplificatoare *AF* sînt realizate numai cu cuplaje galvanice între etaje, în funcție de schema electrică internă a circuitului integrat, defectarea unei componente interne poate determina întreruperea transmisiei semnalului *AF* la sarcina circuitului integrat. Ca urmare, la amplificatoarele *AF* cu circuite integrate (exemple: *TBA 790* — fig. 9.10, *AN 7145 M* — planșa 12 și *TBA 810* — planșa 3) se recomandă verificarea tensiunilor continue pe pinii corespunzători ai circuitului integrat. Informații importante despre funcționarea circuitului integrat oferă valoarea tensiunii mediane de la ieșirea spre sarcină a circuitului integrat (pinul: *12/TBA 790*; *12/TBA 810*; *2* sau *17/AN 7145 M*).

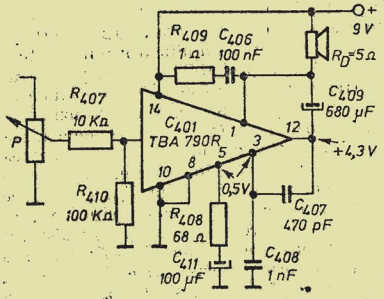


Fig. 9.10. Amplificator de *AF* cu circuit integrat (*rr MADRIGAL*).

c. Audiție cu distorsiuni mari și nivel sonor redus

Răspunsuri.

1) Simptomul se identifică prin reglarea potențiometrului de volum de la minim la maxim, în timpul audiției programului de radiodifuziune ales. Se va constata că nivelul intensității sonore se reglează odată cu reglarea potențiometrului de volum, dar rămîne de intensitate mică pentru poziția de volum maxim, iar programul sonor rămîne aproape neinteligibil datorită distorsiunilor foarte mari.

Se reglează și potențiometrele de tonuri, dar în cazul simptomului de față se va constata că aceste reglaje au o eficacitate foarte scăzută.

2) În situația prezentă, performanțele principale (ale radioreceptorului) care se degradează sînt:

— puterea nominală;
— distorsiunile globale ale *rr*;
— sensibilitatea amplificatorului *AF*;
— sensibilitatea *rr* etc.

3) Această formă de manifestare a defecțiunii se datorează, în majoritatea cazurilor, unui regim de funcționare în c.c. necorespunzător.

Dacă ne referim la amplificatorul *AF* din figura 9.9, apariția simptomului enunțat poate fi cauzată de:

— blocarea semialternanțelor pozitive sau negative ale semnalului *AF* în una din ramurile etajelor amplificatoare în putere (perechile de tranzistoare T_{10} și T_{12}, respectiv T_{11} și T_{13}), prin desimetrizarea puternică a polarizării etajelor (defectarea oricărui tranzistor T_{10}, T_{11}, T_{12} și T_{13} sau dereglarea lui R_{407});

— amplificarea foarte mică și distorsionarea puternică a semnalului *AF* în etajele amplificatoare în putere, datorită lipsei curentului de repaus (prin tranzistoarele prefinale T_{10} și T_{11}) și, implicit, prin tranzistoarele finale (întreruperea rezistențelor R_{414}, R_{412} sau T_9 întrerupt);

— limitarea semnalului *AF* la nivele foarte mici în etajele amplificatoare de tensiune prin modificarea regimului de polarizare în c.c.

În cazul amplificatoarelor *AF* cu circuite integrate, apariția simptomului este generată de regulă prin defectarea circuitului integrat care include tranzistoarele de putere ale amplificatorului.

Simptomul analizat este specific la toate schemele de amplificatoare *AF* la care etajul final lucrează în contratimp clasă *B* și este realizat fie cu transformatoare (defazor și ieșire), fie cu tranzistoare complementare.

În cazul schemelor realizate cu transformatoare, o cauză principală a simptomului o constituie întreruperea uneia din ieșirile transformatorului defazor sau a uneia din înfășurările primare ale transformatorului de ieșire.

4) Pentru depistarea ușoară a defectului, în astfel de situații este recomandat să se injecteze din generatorul *AF* un semnal de aproximativ 1 000 Hz și nivel suficient de mare pentru a putea observa pe osciloscopul conectat la ieșirea pe sarcină, semnalul *AF*.

În cazul amplificatorului *AF* din figura 9.9, prin observarea formei semnalului se poate aprecia natura defecțiunii etajului final și prefinal:

— una din perechile de tranzistoare în montaj Darlington (T_{11}, T_{13} sau T_{10}, T_{12}) poate fi blocată total sau parțial, dacă pe osciloscop se observă un singur tip de semialternanțe (de exemplu fig. 9.11, *4*);

— curentul de repaus prin tranzistoarele finale T_{12}, T_{13} sau prin tranzistoarele prefinale T_{10}, T_{11} este nul, dacă pe osciloscop se observă că racordarea semialternanțelor pozitive cu cele negative este total compromisă;

— dacă pe osciloscop se observă că semnalul este limitat puternic la nivel foarte mic (putere de ieșire mică), se poate aprecia că limitarea semnalului se produce în etajele de preamplificare și se verifică forma semnalului *AF* și pe etajele de preamplificare (baza T_8, colector T_8, colector T_9, baza T_{10} și baza T_{11}).

Vizualizînd semnalul cu osciloscopul conectat în diverse puncte ale schemei electrice, se poate localiza rapid etajul în care se distorsionează semnalul, urmînd ca din verificarea cu voltmetrul de c.c. a polarizărilor etajului respectiv să se depisteze imediat componenta defectă.

În situația că nu se dispune de generator *AF* și osciloscop, este strict necesar să se verifice cu un voltmetru de c.c. tensiunile de polarizare a tranzistoarelor, conform schemei de principiu, precum și curenții etajului final și prefinal. În acest caz, depistarea componentei defecte este ceva mai laborioasă.

În schemele de amplificatoare *AF* realizate cu transformator defazor și transformator de ieșire, în cele mai multe cazuri, depistarea defectului se efectuează rapid, verificînd cu ohmmetrul înfășurările transformatoarelor.

În schemele de amplificatoare *AF* cu circuite integrate (fig. 9.10) este suficientă verificarea polarizărilor circuitului integrat și integritatea circuitului de reacție negativă R_{108}, C_{111}.

d. Audiție însoțită de brum

Răspunsuri

1) Acest simptom este specific numai amplificatoarelor *AF* alimentate de la rețeaua de c.a. (220 V/50 Hz), prin intermediul redresorului propriu al *rr* sau alimentatorului exterior (dacă radioreceptorul are prevăzută bornă de alimentare exterioară). La audiția programului radioreceptorului se constată prezența unui „bizîit" continuu, care se suprapune acestuia în mod nedorit. Presupunînd că potențiometrul de volum este conectat la intrarea *AAF*, identificarea simptomului este foarte simplă, întrucît la reducerea volumului la minim se constată că, deși nivelul sonor al programului audiat scade pînă la anulare, nivelul brumului (bîzîitului) nu scade. Reducerea volumului la minim, din potențiometrul de volum, este strict necesară spre a nu se confunda acest simptom cu simptomul *modulație parazită cu brum* datorată defecțiunilor din blocurile de *RF* și *AFI*.

Din definiția noțiunii de *brum* se înțelege că frecvența semnalului audiat este egală cu frecvența rețelei de c.a. sau cu dublul acesteia, în funcție de schema electrică a redresorului utilizat (50 sau 100 Hz). De asemenea, la localizarea simptomului, în amplificatorul de *AF*, trebuie să avem în vedere și componentele electronice din redresor, dacă acesta aparține radioreceptorului.

2) Performanțele radioreceptorului afectate de acest simptom sînt:

— zgomotul (brumul) la ieșirea *rr* alimentat de la rețeaua de c.a.;

— sensibilitatea limitată de zgomot a radioreceptorului;

— dinamica la ieșirea amplificatorului *AF* (raportul între puterea nominală și puterea de zgomot la ieșire P_n/P_z);

— valoarea puterii nominale (P_n) a amplificatorului *AF*, definită pentru un anumit procent de distorsiuni (10%).

3) Prezența brumului la ieșirea amplificatoarelor *AF* este strict legată de filtrajul necorespunzător al tensiunii de alimentare, dar și de prezența diferitelor conexiuni (cabluri, trasee de circuit imprimat), prin care circulă curenți alternativi cu frecvența rețelei, în apropierea intrărilor etajelor amplificatoare de semnal mic *AF*.

La orice amplificator *AF* putem face o clasificare a cauzelor de apariție a brumului la ieșire, după căile de pătrundere în etajele amplificatoare, în două categorii:

a) cuplaje electromagnetice parazite între intrările etajelor *AF* și surse radiante de brum (conexiuni de c.a., bobina transformatorului de rețea, șocuri pe traseele de c.a. —50 Hz etc.);

b) filtraje insuficiente pe traseele de alimentare în c.c. a tranzistoarelor amplificatoare (inclusiv traseele de masă).

Întrucît cauzele menționate la punctul *a* sînt de natură constructivă (amplasarea intrărilor de impedanță mare din etajele *AF* față de poziția diferitelor surse de brum), producătorul de *rr* ia anumite măsuri pentru eliminarea acestora. Totuși, în practica depanării se întîlnesc situații cînd, la un *rr* care a mai suportat intervenții de depanare, măsurile luate în sensul amintit nu au mai fost respectate, iar *rr* este afectat de brum. În acest sens, putem enumera cîteva situații care pot constitui cauze ale apariției brumului:

— utilizarea de conexiuni lungi și neecranate odată cu schimbarea potențiometrelor de volum și tonuri;

— atașarea de diverse mufe la intrări de impedanță mare a *AAF* care nu au fost prevăzute prin construcție;

— înlocuirea transformatoarelor blindate de rețea cu transformatoare neblindate etc.

Pentru analiza cauzelor menționate la punctul *b*, trebuie să amintim că principalele procedee de filtraj de pe căile de alimentare cu c.c. a etajelor *AAF* sînt:

— conectarea unuia sau mai multor condensatoare electrolitice de valori mari (400 μF—2 000 μF) între traseele de (+) și (—) care alimentează amplificatorul *AF* de la sursa de alimentare (redresorul *rr*);

— introducerea unuia sau mai multor grupuri *RC* pe traseele de c.c. ale etajelor amplificatoare de semnal mic.

Celulele de filtraj sînt realizate de obicei, din rezistențe de diverse valori (sute de ohmi la cîțiva kiloohmi) înseriate în circuitul de alimentare al etajului respectiv și decuplate cu condensatoare electrolitice, realizînd filtre *RC* trece jos.

În practica depanării amplificatoarelor *AF*, problemele de filtraj necorespunzător apar, în general, cînd valorile capacității condensatoarelor de filtraj se micșorează și nu mai asigură atenuarea suficientă a reziduurilor de c.a. provenite din sursa de alimentare.

Modificarea în timp a capacității condensatoarelor electrolitice, în sensul reducerii valorii, este un fenomen specific al acestui tip de condensatoare.

4) Avînd în vedere cele prezentate la răspunsul *3*, se recomandă două etape de verificare pentru identificarea componentei defecte.

● **Stabilirea căilor de pătrundere a brumului în etajele amplificatorului AF.** În această etapă, se verifică vizual integritatea constructivă a amplificatorului în ceea ce privește conectarea diverselor componente la intrarea sa (conexiuni de masă ale potențiometrului de volum, tonuri, mufe de intrare etc.), ce nu sînt montate pe aceeași placă cu tranzistoarele amplificatoare.

La amplificatorele *AF* constituite dintr-un singur ansamblu mecanic și care nu conține mufele de intrare, potențiometrul de volum și de tonuri, se poate stabili ușor dacă pătrunderea brumului se datorește cuplajelor electromagnetice parazite, scurtcircuitînd provizoriu intrarea *AAF* chiar de placa de *ci* pe care este montat primul etaj amplificator de semnal mic și urmărind dacă brumul la ieșire dispare sau nu.

● **Stabilirea componentei defecte care provoacă simptomul.** Dacă brumul la ieşire nu se datorează cuplajelor parazite sau lipsei diferitelor conectări la masă a componentelor de la intrarea *AAF*, componenta defectă poate fi localizată în circuitele de filtraj ale tensiunii de alimentare cu c.c. În această situaţie, metoda cea mai simplă de depistare a componentei defecte este **metoda dublării succesive a condensatoarelor din circuitele de filtraj.** Această metodă constă în aplicarea provizorie, în paralel pe fiecare condensator electrolitic, a unui alt condensator electrolitic de valoare aproximativ egală cu urmărirea efectului acestei operaţii în difuzor. Metoda descrisă, în cele mai multe cazuri, conduce rapid la depistarea componentei defecte.

În cazul amplificatorului *AF* de complexitate sporită, *AAF* cu mai multe etaje amplificatoare de semnal mic şi distribuite constructiv pe mai multe plăci de *ci*, se recomandă identificarea anterioară a etajului care introduce brum în lanţul de amplificare.

O metodă de identificare a etajului care introduce brum constă în scurtcircuitarea pe rînd a intrărilor în diferite etaje de amplificare *AF* de semnal mic, începînd cu intrarea amplificatorului *AF* (cursorul potenţiometrului de volum) spre etajele finale, avînd grijă, bineînţeles, să nu se modifice regimul de c.c. al etajului respectiv.

Odată identificat etajul în cauză, se poate identifica mai uşor care din condensatoarele de filtraj ale etajului respectiv este defect, aplicînd metoda anterioară, deoarece numărul de încercări se reduce foarte mult.

Aşa cum se observă din metodologia prezentată mai sus, numărul aparatelor de măsurat şi control este foarte redus. Se foloseşte de obicei un ohmmetru pentru verificarea diferitelor continuităţi ale traseelor de masă şi un voltmetru de c.c. pentru verificarea prealabilă a regimului de c.c. al amplificatorului *AF*.

Prezenţa sau dispariţia brumului la diferite încercări se verifică fie prin audiţia direct în difuzor, fie cu ajutorul unui osciloscop conectat la ieşirea amplificatorului *AF*, care este „închisă" pe o sarcină rezistivă $R_S = R_D$ (rezistenţa difuzorului), iar amplificarea osciloscopului fiind reglată la maxim (≈ 2 mV/cm).

e. Audiţie temporară urmată de dispariţia acesteia

Răspunsuri

1) Acest simptom, specific amplificatoarelor *AF* de clasă inferioară, se identifică prin audiţia programului *rr* la un nivel sonor, astfel încît *AAF* să debiteze 70—90% din puterea nominală. În cazul simptomului de faţă, se va constata că, după un timp scurt de la pornire (3—10 minute), timp în care audiţia este normală, nivelul începe să scadă, deşi nu se efectuează nici un reglaj de volum, ajungîndu-se pînă la dispariţia acestuia.

La unele *AAF* alimentate de la redresoarele *rr*, dispariţia audiţiei programului este însoţită de apariţia brumului mare în difuzor. Dacă se întrerupe alimentarea *rr* şi se reia operaţia descrisă mai sus, după circa 15 minute, se va constata aceeaşi manifestare.

2) În această situație, performanțele principale afectate ale *rr* sînt :
— puterea nominală la ieșirea *AAF* (după un scurt timp de funcționare) ;
— fiabilitatea radioreceptorului, datorită timpului scurt de funcționare normală.

3) Cauza principală care determină apariția simptomului o constituie instabilitatea regimului termic de lucru al tranzistoarelor din etajul final al amplificatorului *AF*.

În acest sens, trebuie să menționăm că, la schemele simple și ieftine de amplificatoare *AF* cu puteri de ieșire mici (70—500 mW) și cu tensiuni mici de alimentare (3—6 V), stabilizarea regimului termic al tranzistoarelor finale se realizează cu ajutorul unor circuite de stabilizare simple.

Dacă ne referim la amplificatorul *AF* din figura 9.8, se observă că stabilizarea cu temperatura, a curentului de colector prin tranzistoarele finale se realizează cu grupul format din rezistența fixă R_{407} și termistorul *Th*, conectate între bazele celor două tranzistoare finale.

Acest sistem nefiind foarte eficient, la o mică schimbare a parametrilor componentelor implicate în schema de stabilizare termică sau la modificarea poziției termistorului față de tranzistoarele finale, nu mai poate efectua compensarea curentului de colector.

În timpul funcționării în regim dinamic, tranzistoarele finale încălzindu-se, curentul de repaus crește în scurt timp, provocînd o scurtcircuitare parțială (colector-emitor) a acestora.

Deoarece tensiunea de alimentare pe fiecare tranzistor final este mică (în cazul de față de circa 2,2 V), curentul I_C prin tranzistoarele finale se limitează la valori ce nu provoacă întotdeauna defectarea definitivă a tranzistorului.

După oprirea *rr*, tranzistoarele finale ajung din nou la temperatura mediului ambiant, iar parametrii *AAF* revin în limite normale.

La amplificatoarele *AF* alimentate de la redresor, după dispariția auditiei programului, brumul intens ce continuă să fie auzit în difuzor se datorește scurtcircuitării tensiunii de ieșire a redresorului de către tranzistoarele finale. În acest caz, nivelul tensiunii de alimentare scade foarte mult, anulînd eficacitatea filtrajului din redresor.

Prin rezistența mică *colector-emitor* a tranzistoarelor finale, scurtcircuitate parțial, curentul alternativ nefiltrat circulă prin difuzor.

4) În cazul acestui simptom, pentru depistarea componentei defecte la schema din figura 9.8, se recomandă următoarea metodologie :
— se verifică, cu un miliampermetru înseriat în colectorul tranzistorului T_6, curentul de repaus I_C, imediat după aplicarea tensiunii de alimentare (4,5 V), care nu trebuie să fie mai mare de circa 5 mA ;
— se urmărește evoluția curentului de colector cîteva minute, fără semnal la intrare (volumul la minim).

În cazul în care curentul inițial de colector este mai mic de 5 mA, iar în timp ajunge să crească la 15—20 mA, rezultă că unul din tranzistoarele finale are tendință de „ambalare". Prin verificarea tensiunii mediane (pe emitorul T_6) se poate stabili care tranzistor necesită a fi înlocuit.

La acest tip de scheme, unde tranzistoarele finale nu au radioator, trebuie avut grijă ca termistorul să fie cît mai aproape de capsula unuia dintre tranzistoarele finale, spre a se efectua totuși un transfer de căldură de la tranzistor la termistor.

Dacă, măsurînd imediat după aplicarea tensiunii de alimentare, curentul I_c este mai mare de 5 mA, se va înlocui rezistența R_{407} (100 Ω) cu o valoare mai mică (82 Ω sau 75 Ω), astfel încît curentul I_c să fie redus sub limita de 5 mA. După remedierea regimului de c.c. este necesară o verificare în regim dinamic și urmărirea stabilității în timp a audiției.

f. Audiție cu nivel sonor redus

Răspunsuri

1) Simptomul se identifică imediat, întrucît la acționarea potențiometrului de volum de la minim la maxim se constată că nivelul sonor sé modifică de la minim spre un nivel mai mare, dar se limitează la un nivel foarte mic față de nivelul normal de audiție al *rr*. Distorsiunile, în acest caz, deși există, nu sînt atît de pronunțate ca în cazul simptomului *c*.

Acest simptom, deși nu are o frecvență prea mare de apariție, poate fi întîlnit pe orice tip de amplificator *AF*.

2) Performanțele radioreceptorului, afectate de prezența unui astfel de simptom, sînt:

— puterea nominală de *AF* a radioreceptorului;
— distorsiunile globale ale radioreceptorului;
— performanțele *rr* verificate la puterea nominală sau standard.

3) Cauza principală care provoacă apariția simptomului o constituie reducerea importantă a amplificării globale a amplificatorului *AF*, deși regimul static de c.c. este normal. Defecțiunile care provoacă reducerea amplificării pe întreg lanțul de amplificare *AF* sînt cu atît mai numeroase cu cît schema electrică a amplificatorului *AF* conține mai multe etaje.

În general, componentele cu probabilitate mai mare de defectare sînt condensatoarele electrolitice, care, prin reducerea importantă a valorii capacității, determină în c.a.:

— reducerea pînă la anulare a cuplajelor între etajele amplificatorului *AF* (C_{407}, C_{425}, C_{501} — v. planșa 2);
— introducerea de reacții negative locale în c.a. cînd sînt conectate în circuite de decuplare ale rezistențelor din emitor în etajele amplificatoare de semnal mic (de exepmplu C_{410} din fig. 9.9);
— creșterea excesivă a reacției negative cînd condensatorul electrolitic cuplează un circuit de divizare a tensiunii de reacție negativă (de exemplu: C_{408} din fig. 9.9; C_{411} din fig. 9.10; C_{503}, C_{504} — v. planșa 2).

4) Așa cum s-a arătat, întrucît simptomul nu este provocat de un regim de c.c. necorespunzător, ci de regimul de funcționare în c.a. al amplificatorului *AF*, depistarea componentei defecte trebuie efectuată în prezența unui semnal *AF* la intrarea amplificatorului.

Metodologia de depistare a defectului recomandată în acest caz este următoarea:

— se introduce la intrarea amplificatorului *AF* un semnal de frecvență 400 Hz—1 000 Hz și nivel aproximativ egal cu valoarea indicată de producător pe schema de principiu;
— se verifică cu voltmetrul de *AF* sau cu osciloscopul nivelul semnalului *AF* în diferite puncte ale lanțului de amplificare, începînd de la intrarea amplificatorului *AF* spre ieșirea acestuia.

În acest mod se identifică în prealabil etajul *AF* care nu mai are amplificare suficientă, sau nu mai primește semnal la intrare, urmînd identificarea ușoară a componentei defecte și înlocuirea ei.

În situația că nu se dispune de un osciloscop sau voltmetru *AF*, se poate folosi numai generatorul *AF* și audiția semnalului în difuzorul radioreceptorului. În acest caz, identificarea etajului cu amplificare necorespunzătoare sau lipsit de cuplaj se efectuează astfel: se injectează semnalul *AF* la intrarea diferitelor etaje amplificatoare, începînd de la etajele prefinale spre etajele de intrare și se urmărește în difuzor etajul în care dispare (se reduce) audiția. În acest caz, trebuie avut grijă ca nivelul semnalului *AF* injectat să fie aproximativ egal cu cel prevăzut în schema electrică pentru punctul respectiv, ținînd seama și de puterea de ieșire.

În ceea ce privește aparatura utilizată, se observă că, pentru verificarea mai precisă a amplificării fiecărui etaj, este necesar un generator *AF* și un voltmetru *AF* (sau un osciloscop care poate substitui voltmetrul *AF*).

Pentru verificările valorii componentelor și anumitor tensiuni de polarizare, se poate utiliza un multimetru ca funcțiile de ohmmetru, capacimetru și voltmetru de c.c.

g. Audiție însoțită de oscilații parazite puternice

Răspunsuri

1) Pentru identificarea corectă a simptomului este necesar să menționăm cîteva forme de manifestare ale acestuia:

— pocnituri asemănătoare cu cele provocate de un motor de motocicletă, suprapuse programului audiat;

— fluierături puternice cu spectru bogat în banda de frecvențe audio înalte;

— blocări intermitente și zgomotoase ale audiției;

— distorsionări puternice ale audiției pentru poziții de volum redus.

Simptomul se identifică la audiția diverselor programe (muzicale sau vorbite), care devin neinteligibile chiar dacă se acționează asupra reglajelor de ton sau de volum. În unele situații, este posibil ca, la reducerea totală a volumului, oscilațiile parazite să dispară, deși simptomul este localizat în *AAF*.

2) În cazul prezenței oscilațiilor parazite, performanțele afectate ale *rr* sînt:

— distorsiunile globale la putere nominală de ieșire;

— fidelitatea electrică a amplificatorului *AF*;

— sensibilitățile limitate de raportul *semnal/zgomot*, pe orice gamă de unde;

— zgomotul la ieșirea amplificatorului *AF*.

3) Pentru evidențierea cauzelor posibile care determină apariția simptomului, trebuie menționat că regimul de autooscilație a amplificatorului *AF* reprezintă întotdeauna o urmare a creșterii necontrolate a amplificării pe întreg lanțul de amplificare *AF*.

În schemele *AAF* controlul amplificării globale este efectuat în cea mai mare parte de către circuitele de reacție negativă. După cum se știe, totalitatea circuitelor de reacție negativă contribuie la menținerea în timp a unui anumit raport de amplificare, în funcție de frecvența de lucru a *AAF*, realizînd o anumită caracteristică *amplificare-frecvență* pentru o poziție oarecare a potențiometrului de volum și a celor de ton. Dacă raportul de amplificare crește foarte mult pe o frecvență sau subgamă de frecvențe, amplificatorul de *AF* „intră" în regim de instabilitate, devenind generator de oscilații parazite.

Avînd în vedere cele prezentate, se poate deduce ușor că, prin defectarea anumitor componente din circuitele de reacție negativă, condițiile de stabilitate a amplificatorului *AF* se compromit, determinînd implicit apariția simptomului enunțat. Pentru exemplificare, la un canal al amplificatorului stereo (v. planșa 2), defectarea următoarelor componente poate constitui cauza de apariție a oscilațiilor parazite puternice : C_{515} (0,22 μF) ; R_{505} (1Ω) și C_{509} (100 μF) ; C_{507} (1 nF) ; C_{417} (470 pF) ; C_{423} (220 pF).

4) Metodologia recomandată pentru depistarea componentei defecte în cazul schemelor prevăzute cu circuite integrate este următoarea :

— verificarea cu voltmetrul de c.c. a regimului static de funcționare al circuitului integrat ;

— verificarea valorilor componentelor din circuitele de reacție negativă selectivă, precum și lipiturile pe placa de *ci* a acestor componente. Dacă una din componente este defectă, se înlocuiește cu alta verificată în prealabil, urmărindu-se dispariția simptomului.

Menționăm că în schemele de amplificatoare *AF* cu complexitate mai mare (amplificatoare stereo), numărul componentelor care intervin în circuitele de reacție negativă selectivă este mult mai mare. În aceste cazuri, pentru o depistare mai ușoară a componentelor probabil defecte, se recomandă localizarea defectului pe grupuri de etaje ale amplificatorului (preamplificatorul de semnal mic, amplificatoarele din ansamblul de reglaj al tonurilor, amplificatoarele de tensiune din ansamblul etajelor prefinale), dacă sînt dispuse constructiv pe mai multe plăci de *ci*.

În acest caz se va utiliza aparatura necesară de verificare a performanțelor fiecărui ansamblu separat, aparatură compusă din : generator *AF*, voltmetru *AF*, osciloscop și multimetru (ohmmetru, voltmetru de c.c. și capacimetru).

h. Audiție însoțită de zgomote și întreruperi intermitente

Răspunsuri

1) Simptomul enunțat se evidențiază ușor prin audiția programului *rr*. Se constată, în cazul de față, că, deși audiția este normală, la diferite intervale de timp neregulate se produc întreruperi și reveniri care sînt supărătoare pentru ascultătorul programului. De asemenea, se constată că, la orice șoc aplicat radioreceptorului prin lovirea carcasei acestuia cu palma, audiția este întreruptă de zgomote puternice.

2) În cazul acestui simptom, se poate aprecia că performanțele electrice ale *rr*, în general, nu se degradează.

Fiabilitatea radioreceptorului, parametru care face parte din performanţele generale ale *rr*, este compromisă datorită instabilităţii în funcţionare a acestuia.

3) Situaţii de instabilitate în funcţionare prin întreruperi zgomotoase ale audiţiei programului se pot întîlni la orice tip de amplificator *AF*, iar probabilitatea de apariţie a unei astfel de situaţii creşte cu complexitatea schemei electrice a amplificatorului. Cauzele simptomului enunţat sînt în majoritatea lor de natură mecanică.

Lipiturile reci ale componentelor electronice pe placa de circuit imprimat provoacă întreruperi în funcţionarea amplificatorului *AF*. Diverse conectări la masă sau în puncte „calde", realizate prin şuruburi, contacte de conectoare etc., pot provoca acelaşi simptom.

Contactele imperfecte ale cursoarelor potenţiometrelor (de volum, tonuri etc.) constituie o cauză frecventă la radioreceptoarele care au fost utilizate un timp mai îndelungat. În aceste situaţii, înseşi particulele de praf care s-au depus în timp pe pista respectivă a potenţiometrelor pot provoca simptomul analizat.

4) Metodele de depistare a defecţiunii sînt simple şi, în funcţie de cauza care provoacă simptomul, defectul se poate depista mai rapid sau într-un timp mai îndelungat, datorită unui număr mai mare de încercări.

La efectuarea depanării se recomandă, mai întîi, să se verifice dacă potenţiometrele care aparţin amplificatorului *AF* constituie cauza defectului (potenţiometre de volum, reglaj de tonuri şi balans) prin efectuarea cîtorva manevre a acestora de la minim la maxim în timpul audiţiei programului. Dacă potenţiometrele nu provoacă întreruperi, se trece la tatonarea diverselor componente prin lovirea uşoară a acestora, încercînd o depistare empirică a contactului imperfect.

La amplificatoarele *AF* cu complexitate mai mare, cînd numărul de componente ce necesită tatonări se măreşte, se recomandă identificarea prealabilă a ansamblului din *AAF* în care se află contactul imperfect. De exemplu, în cazul unui amplificator stereo, în prima fază se identifică canalul afectat de defect, urmînd apoi identificarea subansamblului din canalul respectiv, începînd de la etajele finale spre etajele de la intrarea amplificatorului *AF*.

În această situaţie, este necesară utilizarea unui generator *AF* pentru injectarea semnalului *AF*, la intrările diferitelor subansambluri, în ordinea menţionată, şi urmărirea în difuzor dacă simptomul mai apare la uşoare loviri ale componentelor subansamblului. Suplimentar, se mai poate utiliza şi un multimetru pentru verificarea diferitelor continuităţi sau tensiuni de polarizare.

După remedierea defecţiunii, se recomandă o verificare mai atentă a stabilităţii funcţionării radioreceptorului, prin lovirea cu un ciocănel de cauciuc (sau altceva similar) a carcasei aparatului, urmărind dispariţia completă a simptomului.

1. AUDIŢIE CU DISTORSIUNI LA UN NIVEL SONOR NORMAL

Răspunsuri

1) Simptomul se identifică în timpul audiţiei unui program muzical sau vorbit, reglînd potenţiometrul de volum pentru un nivel sonor normal (*AAF* să nu debiteze putere mai mare decît puterea nominală). În acest

caz, se va constata că programul audiat, deşi este inteligibil, este insuficient de clar, fiind însoţit de sunete false.

În cazul amplificatoarelor *AF* prevăzute cu reglaje de ton, prin acţionarea potenţiometrelor de ton se constată, de asemenea, că audiţia nu se redresează suficient.

2) Performanţele *rr* afectate de acest simptom sînt:

— distorsiunile globale ale radioreceptorului;

— puterea nominală a radioreceptorului, cînd distorsiunile globale depăşesc procentul (de 10%) la care se defineşte puterea nominală (P_n).

3) Cauza electrică a apariţiei simptomului enunţat o constituie distorsiunea semnalului în circuitele *AAF* care conţin componente cu caracteristici neliniare.

Aşa cum se ştie, toate componentele semiconductoare au caracteristici electrice neliniare, iar la tranmisia semnalelor, prin intermediul lor, apar distorsiuni.

În cazul *AAF*, toate tranzistoarele şi diodele reprezintă elemente de circuit neliniare şi în procesul de transmisie şi amplificare a semnalelor pot provoca distorsionarea acestora (apariţia de armonici ale frecvenţei transmise). Din acest motiv, încă de la proiectarea *AAF* se impun condiţii şi se iau măsuri de reducere a distorsiunilor, cum ar fi:

— alegerea punctului static de funcţionare al tranzistorului în regiunea liniară a familiilor de caracteristici $I_C = F(I_B, U_{CE})$, în special la etajele de semnal mic

— alegerea sarcinii tranzistorului amplificator, atît în colector cît şi în emitor, astfel ca la funcţionarea în regim dinamic punctul de funcţionare instantaneu să se deplaseze pe dreapta de sarcină, numai în regiunea liniară a caracteristicilor;

— limitarea nivelelor maxime de semnal *AF* la intrare, astfel ca semnalul la ieşire să nu fie afectat de zonele neliniare ale caracteristicilor tranzistorului (tensiuni de saturaţie U_{CEsat}, respectiv zona de blocare a curentului I_{CE0});

— stabilirea tipurilor de reacţie negativă, ce se aplică tranzistorului, precum şi nivelul acestor reacţii, astfel încît raportul de amplificare să fie controlat şi menţinut constant în gama frecvenţelor *AF* şi, totodată, impedanţa de intrare a etajului să constituie sarcină corespunzătoare etajului anterior.

Avînd în vedere cele prezentate, în condiţii normale de funcţionare ale *AAF*, etajele amplificatoare în tensiune funcţionînd în clasă *A* şi fiind controlate de reacţii negative multiple introduc un procent foarte mic de distorsiuni, comparativ cu etajele finale care lucrează în clasă *B* şi cu semnale de amplitudini mari.

Ţinînd cont de aceste condiţii impuse oricăror etaje ale *AAF*, se poate concluziona:

— distorsionarea semnalului *AF* se poate produce în orice etaj amplificator (în tensiune sau în putere), dacă condiţiile de lucru ale etajului se modifică (regimul de funcţionare static sau dinamic se degradează);

— probabilitatea de apariţie a distorsiunilor semnalului *AF* este mult mai mare în etajele finale *AAF*, datorită condiţiilor mai grele de funcţionare (tensiune, curenţi şi puteri disipate mari).

4) Pentru depistarea componentei electronice ce provoacă simptomul enunţat, se recomandă parcurgerea următoarelor etape:

a) localizarea etajului care introduce distorsionarea semnalului *AF*;

b) verificarea regimului static şi dinamic de lucru al etajului localizat;
c) verificarea componentelor aferente etajului, în ordinea probabilităţilor de defectare a acestora şi identificarea componentei defecte.

Pentru parcurgerea etapei *a* este necesar ca la intrarea *AAF* să se aplice un semnal sinusoidal de circa 1 000 Hz (dintr-un generator *AF*), cu un nivel mic, astfel încît puterea la ieşire (măsurată eventual cu un wattmetru *AF*) să fie mai mică decît puterea nominală *AAF*. Se va observa, pe osciloscopul conectat la ieşire, forma semnalului *AF* care nu mai este perfect sinusoidală (se presupune că distorsiunile sînt importante şi depăşesc circa 6%).

Se vizualizează semnalul *AF*, urmărind forma sa pe osciloscop, la ieşirea fiecărui etaj amplificator, începînd cu etajele finale *AAF*. Dacă semnalul, vizualizat la ieşirea unui etaj, îşi redresează forma rezultă că etajul testat anterior funcţionează incorect.

În figura 9.11 sînt reprezentate diverse oscilograme de semnal *AF* distorsionat, ce pot fi vizualizate deseori la ieşirea *AAF* cînd etajele finale nu funcţionează în regimuri normale, precum şi interpretările fiecărui caz în parte.

În etapa *b* se verifică polarizările etajului depistat, fără semnal *AF*, utilizînd un multimetru (voltmetru de c.c). În cazul cînd polarizările nu corespund precizărilor din schema electrică, se trece la etapa *c*, verificînd rezistenţele şi circuitele care ar putea provoca modificarea de polarizare respectivă (dereglarea unui potenţiometru semireglabil, modificarea valo-

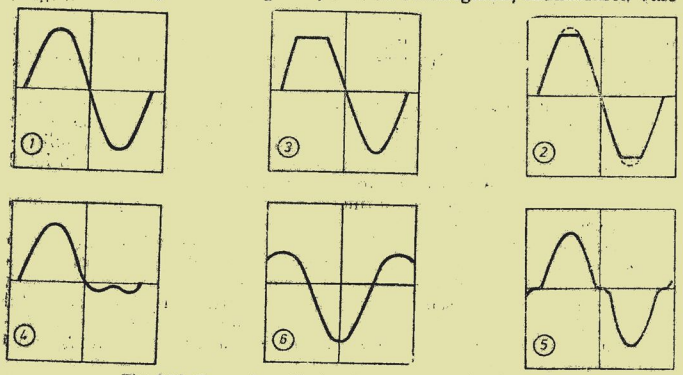


Fig. 9.11. Forme de undă vizualizate la ieşirea etajelor *AAF*:
1 — semnal de *AF* cu distorsiuni admisibile, *AAF* lucrează corect; *2* — semnal de *AF* limitat simetric ($d \approx 10\%$), *AAF* lucrează corect dacă fenomenul apare la depăşirea puterii nominale; *3* — semnal de *AF* limitat asimetric la o putere de ieşire mai mică decît cea nominală, etaj *AAF* polarizat asimetric (tensiune anormală la linia mediană); *4* — semnal de *AF* puternic distorsionat, nivel redus al puterii de ieşire, etajul final *AAF* lucrează într-un singur tranzistor de putere; *5* — semnal de *AF* cu distorsiuni de neacordare, evidenţiate la puteri mici de ieşire, datorate curentului de repaos prea mic prin tranzistoarele finale; *6* — semnal de *AF* cu semialternanţe amplificate diferit datorită excitaţiei asimetrice sau a tranzistoarelor complementare nefimperecheate corect (factor de amplificare S mult diferit).

rii unei rezistenţe, lipituri reci la placa de *ci* etc.). În etajele finale se pot suspecta tranzistoarele amplificatoare de putere datorită modificării în timp a parametrilor statici.

În situaţia în care regimul static de c.c. al etajului este corespunzător, dar în prezenţa semnalului etajul introduce totuşi distorsiuni, se vor veri-

fica componentele etajului care intrvin în regim de c.a. și sînt cuprinse în circuitele de reacție negativă, filtraj, decuplări, cuplaje între etaje etc. În acest caz, se vor suspecta condensatoarele electrolitice, ceramice și rezistențele cu rol important în circuitele de reacție negativă de c.a.

2. PROBLEME DE DEPANARE REZOLVATE

Problema 9.1. Ce se urmărește prin reglajul rezistențelor semireglabile R_{407} și R_{413} din schema amplificatorului AF din figura 9.9 și cum se efectuează reglajul acestora?

Rezolvare. Prin reglajul rezistențelor semireglabile R_{407} și R_{413} se urmărește:

a) realizarea unui regim static de funcționare corespunzător; acționîndu-se R_{407} se stabilesc punctele de funcționare pentru tranzistoarele T_8 și T_9, iar prin acționarea rezistenței R_{413} se stabilește curentul prin tranzistoarele T_{10}, T_{11} și, implicit, prin tranzistoarele finale T_{12} și respectiv T_{13};

b) realizarea unui regim dinamic corespunzător, care să permită obținerea, la ieșirea amplificatorului AF, a unei puteri nominale cît mai mari și cu distorsiuni cît mai mici;

c) realizarea unui regim termic corespunzător pentru funcționarea amplificatorului AF la putere mare.

Reglajul rezistențelor semireglabile R_{407} și R_{413}, în vederea obținerii cu precizie a tensiunilor și curentului de repaus de 10 mA, prevăzute în schema electrică, nu întotdeauna asigură și regimurile de funcționare cele mai bune prevăzute la *b* și *c*. Din acest motiv, reglajul rezistențelor R_{407} și R_{413} se efectuează în ordinea de mai jos:

— Fără semnal AF la intrarea amplificatorului se reglează R_{413} spre poziția de rezistență maximă, astfel încît curentul prin tranzistoarele finale să fie ceva mai mic de 10 mA. Reglajul se efectuează cu un miliampermetru intercalat în circuitul de colector al tranzistorului T_{12}, în locul strapului existent pe placa de circuit imprimat.

— Se reglează R_{407} pentru obținerea tensiunii de $\approx 0{,}5$ V pe colectorul tranzistorului T_8 (față de masă).

— Se aplică la intrarea amplificatorului AF, un semnal de AF ($\approx 1\,000$ Hz) și se observă pe osciloscopul conectat în paralel pe rezistența de sarcină a amplificatorului ($R_S = 4\Omega$) forma semnalului AF la ieșire.

— Dacă, pentru un semnal mic aplicat la intrare, la ieșire semnalul AF nu mai este perfect sinusoidal și apar așa-numitele *distorsiuni de trecere* (sau *neracordare a semialternanțelor*) se ajustează reglajul lui R_{413} pînă cînd aceste distorsiuni dispar.

— Anulînd semnalul AF de la intrare, se va verifica curentul de repaus prin tranzistoarele prefinale, care nu trebuie să depășească valoarea de 10 mA.

— Odată terminat reglajul lui R_{413}, se deconectează miliampermetrul și se refac strapul din colectorul T_{12}.

— Se injectează, din nou, semnal AF la intrare, mărindu-i treptat nivelul pentru obținerea unui semnal la ieșire, observat pe osciloscop, de amplitudine cît mai mare. Dacă, la mărirea semnalului de intrare, semialternanțele pozitive și negative nu se limitează („teșesc") simetric, atunci se ajustează rezistența semireglabilă R_{407} pînă la obținerea unei limitări simetrice a semialternanțelor pozitive și negative. În acest moment putem

spune că s-a echilibrat ieşirea amplificatorului *AF*, iar puterea nominală este asigurată, valoarea ei depinzînd de valoarea tensiunii de alimentare 9 V la alimentarea pe baterii, respectiv 11 V la alimentarea de la alimentatorul propriu).

Problema 9.2. Cum se stabileşte componenta defectă la un amplificator *AF* simplu (fig. 9.8), în cazul cînd lipseşte audiţia în difuzor?

Rezolvare. După o prealabilă localizare a defectului în amplificatorul *AF*, care se efectuează simplu, prin acţionarea potenţiometrului de volum de la poziţia *oprit* spre poziţia *volum maxim* şi prin ascultarea cu atenţie a oricărui zgomot în difuzor, se trece la tratarea amplificatorului *AF*.

În diagrama sinoptică reprezentată în figura 9.12 sînt prevăzute toate testele necesare pentru depistarea oricărei componente defecte, cu etapele de verificare:

— Se verifică tensiunile de polarizare (U_p) cu un voltmetru de c.c. şi se trag concluziile, conform diagramei.

— Dacă regimul static de c.c. este corespunzător, se continuă testarea în prezenţa semnalului *AF* şi urmărirea acestuia conform uneia din cele două metode prezentate în diagramă.

Metoda I. Se conectează generatorul *AF* la intrarea amplificatorului *AF* (cursorul potenţiometrului de volum şi masă), avînd grijă ca volumul să fie reglat spre poziţia *maxim* pentru a nu şunta ieşirea generatorului *AF*.

Cu amplificatorul *AF* alimentat corespunzător, se injectează semnal *AF* cu nivel de 10—50 mV şi frecvenţă 400—1 000 Hz, urmărind prezenţa sau absenţa acestuia cu osciloscopul *Osc*, conform diagramei de testare.

Metoda II. Cînd nu se dispune de un osciloscop sau voltmetru *AF*, se urmăreşte apariţia sau dispariţia audiţiei în difuzorul propriu al radioreceptorului, injectînd semnal de *AF* din generator, în diferite puncte din schemă, conform diagramei.

Problema 9.3. Ce componente electronice, prin defectare, pot provoca simptomul „audiţie însoţită de oscilaţii parazite" la amplificatorul din fig. 9.10 şi cum se depistează componenta defectă?

Rezolvare. La amplificatoarele *AF* realizate cu circuite integrate, depistarea componentei care, prin defectare, provoacă simptomul enunţat este mult mai simplă, datorită numărului redus de componente din schema electrică.

Aşa cum s-a arătat în paragraful *g*, cauza principală care determină instabilitatea amplificatorului *AF* şi, ca urmare, intrarea sa în regim de autooscilaţie, o constituie creşterea substanţială a amplificării.

La amplificatoarele *AF*, realizate cu circuite integrate, stabilitatea factorului de amplificare se realizează atît cu circuite de reacţie negativă interne circuitului integrat, cît şi cu circuite de reacţie negativă externe circuitului integrat. Ca urmare, regimul de oscilaţie al amplificatorului *AF* din figura 9.10 poate fi determinat atît de defectarea unui circuit de reacţie negativa internă, cît şi de defectarea unor componente din circuitele de reacţie negativă, externe circuitului integrat *TBA 790 K* (R_{409}, C_{406}, C_{407} şi C_{408}, R_{408} şi C_{411}.

Pentru depistarea mai rapidă a componentei defecte sînt necesare următoarele operaţii:

— se verifică cu un voltmetru de c.c. tensiunile de polarizare ale circuitului integrat *TBA 790*, care trebuie să corespundă valorilor indicate pe

schemă (pinul *14*—9 V; pinul *12*—4,3 V, pinul *3* și *5*—0,5 V). Dacă valorile tensiunilor de polarizare corespund, rezultă că circuitul integrat nu este defect.

Cu această ocazie se elimină și probabilitatea ca C_{408} (1 nF) să fie străpuns, care numai prin scurtcircuitare ar anula reacția negativă introdusă de C_{407}.

De asemenea, se exclude de suspectare și R_{408} (68 Ω) care stabilește valoarea globală a amplificării circuitului integrat și numai prin scurtcircuitare sau reducerea valorii ar mări amplificarea, ceea ce este foarte puțin probabil. Condensatorul C_{411}, avînd rolul de cuplare la masă în c.a. a rezistenței R_{408}, oricare ar fi modul de defectare (întrerupere sau scurtcircuit), nu determină creșterea amplificării circuitului integrat.

În această situație, rămîn de suspectat următoarele componente, care ar putea provoca regimul de autooscilație: R_{409} (1Ω), C_{408} (100 nF) și C_{407} (470 pF), prin modul posibil de defectare cum ar fi întreruperi sau lipituri reci la placa de *ci*.

Prin verificarea cu ohmmetrul a rezistenței R_{409} și prin aplicarea provizorie a unui condensator pe C_{406} sau C_{407}, de valoare aproximativ egală cu aceea pe care o dublează, se poate identifica ușor componenta defectă.

Problema 9.4. Ce componente electronice, prin defectare, pot provoca simptomul *audiție cu brum* pe un canal al amplificatorului stereo din *rr Bucur* (v. planșa 1)?

Rezolvare. La amplificatorul din planșa 1 este posibilă apariția brumului numai într-un canal, deoarece alimentările etajelor unui canal se realizează separat de alimentările etajelor celuilalt canal, deși tensiunile de alimentare provin de la aceleași surse (−30 V și +26 V).

Dacă simptomul se manifestă în canalul stîng (componentele cu simbolul *400*), defectarea prin întreruperea sau diminuarea capacității uneia din următoarele componente poate constitui cauza de apariție a simptomului:

— C_{413} (4.7 μF), care, împreună cu R_{426} (150 kΩ) constituie grupul de filtraj al curentului de bază pentru tranzistorul T_{403} (*BC* 109 B)

— C_{425} (47 μF), care, împreună cu R_{437} (470 Ω) realizează filtrajul tensiunii de alimentare (+30 V) a tranzistoarelor T_{403} și T_{404}

— C_{427} (47 μF), care, împreună cu R_{447} (22 kΩ) realizează filtrajul tensiunii de alimentare (+26 V) a bazei tranzistorului T_{405} și implicit T_{406} și T_{407}.

Problema 9.5. Cum se verifică sensibilitatea amplificatorului stereo (v. planșa 1) la borna de picup sau magnetofon și ce componente stabilesc valoarea acesteia?

Rezolvare. Așa cum se observă în schema de principiu, amplificatotul stereo poate amplifica semnale *AF* provenite atît de la etajele de detecție *MA* sau *MF* (prin decodor) ale *rr*, cît și de la diferite surse de program stereo exterioare (picup sau magnetofon).

Întrucît aceste surse de program furnizează nivele medii diferite de semnal *AF*, amplificatorul stereo trebuie să asigure sensibilități diferite la intrarea sa, astfel încît pe oricare sursă de program să se poată obține puterea nominală (2 × 6 W). În acest sens, sensibilitatea la intrarea de radio este de 6 mV, iar la intrările de picup și magnetofon este de 22 mV pentru 50 mW la ieșire.

Pentru verificarea sensibilității amplificatorului stereo pe mufa de picup (magnetofon) se procedează astfel :

— se conectează intrarea amplificatorului stereo la mufa de picup (magnetofon) apăsînd clapa *PU* (respectiv *MAG*) ;

— se conectează la cele două ieșiri ale amplificatorului stereo cîte o rezistență de sarcină ($R_S = 4\ \Omega$) de putere mai mare de 10 W ;

— se alimentează *rr* de la rețeaua de c.a. cu potențiometrul de volum reglat la *volum minim* ;

— se reglează potențiometrul de volum pe poziția *volum maxim*, potențiometrele de tonuri (joase și înalte) pe poziția mediană (liniaritate maximă a caracteristicii *amplificare-frecvență*) și potențiometrul de balans pe poziția mediană (putere de ieșire egală pe cele două canale) ;

— se apasă clapa *STEREO*, pentru verificarea sensibilității pe fiecare canal separat ;

— se conectează un voltmetru *AF* în paralel cu rezistența de sarcină de pe canalul a cărui sensibilitate se verifică (canalul stîng) ;

— se conectează un generator *AF* la contactul *3* al mufei *PU* (*MAG*), prin intermediul unei mufe complementare, cu nivelul de ieșire redus la minim și frecvența reglată la 1 000 Hz.

După efectuarea acestor operații pregătitoare, se reglează treptat nivelul semnalului *AF* din generator, pînă cînd se obține pe voltmetrul conectat la ieșire tensiunea de 0,45 V (ce reprezintă puterea standard de 50 mW).

În această situație, nivelul semnalului la ieșirea generatorului trebuie să fie circa 20 mV.

Avînd în vedere că nivelul mediu al semnalului *AF* furnizat de un picup cu cristal este de aproximativ 250 mV, rezultă că amplificatorul *AF*, avînd sensibilitatea definită mai sus, poate asigura puterea nominală ($P_n = 6$ W) pe canalul respectiv.

Procedînd identic, se poate verifica sensibilitatea și pe celălalt canal.

Așa cum se observă din schema electrică, sensibilitatea pe intrările de picup (magnetofon) se obține prin reducerea sensibilității pe intrările de radio (6 mV) cu ajutorul rezistențelor R_{424} (canalul din stînga) și R_{624} (canalul din dreapta), înseriate cu R_{423} respectiv R_{623}, mărind nivelul reacției negative de c.a. pe tranzistoarele T_{403} respectiv T_{603}.

Ca urmare, nivelul sensibilității pe intrarea de *PU* (*MAG*) este determinat de valoarea rezistențelor R_{424} respectiv R_{624} (sensibilitatea pe intrarea radio fiind stabilită).

Problema 9.6. Explicați ce performanță specifică se compromite la amplificatorul stereo, reprezentat în planșa 2, dacă cursorul potențiometrului de balans P_{403} nu mai face contact pe pista de carbon.

Rezolvare. La amplificatorul stereo menționat, reglajul balansului, între canalele amplificatorului, se realizează cu ajutorul unui singur potențiometru (P_{403}) al cărui cursor este conectat la masă. În poziția centrală a cursorului pe pista de carbon, nivelul *AF* la ieșirea amplificatorului stereo este egal pe cele două canale.

Dacă cursorul potențiometrului P_{403} (25 kΩ) nu mai face contact pe pista de carbon, performanța compromisă a amplificatorului stereo este atenuarea diafoniei între canale, deoarece semnalul *AF* dintr-un canal pătrunde în celălalt prin rezistența pistei de carbon.

Aceeași situație poate apărea și în cazul amplificatorului stereo, reprezentat în planșa *3*, pentru potențiometrul P_{61} (25 kΩ).

Capitolul 10

SISTEME DE COMANDĂ, DE REGLAJ ŞI DE AFIŞARE

Pentru a se putea asigura o audiţie de o cît mai bună calitate pentru orice post din gamele recepţionate, cu un număr cît mai redus de operaţii, radioreceptoarele sînt echipate cu o serie de dispozitive de reglaj şi comandă manuale sau automate, precum şi cu sisteme de afişare. Numărul acestor dispozitive auxiliare creşte la receptoarele de clasă superioară, avîndu-se permanent în vedere deziderатul unui număr de comenzi şi reglaje manuale cît mai puţine de manevrat pentru asigurarea unei audiţii optime.

A. PROBLEME SPECIFICE SISTEMELOR DE COMANDĂ, DE REGLAJ ŞI DE AFIŞARE

1. SISTEME DE COMANDĂ ŞI REGLAJ MANUAL

ÎNTREBARE. Care sînt principalele sisteme de comandă şi reglaj manual utilizate la radioreceptoare?

RĂSPUNS. Exploatarea optimă a posibilităţilor unui radioreceptor impune existenţa unui număr de sisteme sau dispozitive de comandă şi reglaj manual, cu ajutorul cărora ascultătorul poate alege şi fixa condiţiile de audiţie dorite. Toate aceste sisteme şi dispozitive sînt prevăzute cu butoane sau clape exterioare, care pot acţiona unul sau mai multe dispozitive şi asigură reglarea continuă sau în trepte. Reglajele cu acţiune continuă pot avea ca elemente comandate: potenţiometre, condensatoare variabile, inductanţe variabile (variometre), inductanţe mutuale cu cuplaj variabil, antene cu ferită (directivitate variabilă) etc.

Principalele sisteme şi dispozitive de comandă, reglaj manual şi afişare utilizate în radioreceptoare sînt următoarele:

— *întrerupătorul de pornire-oprire;*
— *comutatorul gamelor de unde;*
— *dispozitivul de acord pe post;*
— *indicatorul de acord;*
— *comutatorul antenă exterioară — antenă de ferită;*
— *dispozitivul de rotire a antenei de ferită;*
— *dispozitivul de reglaj al selectivităţii;*
— *dispozitivul de reglaj al volumului;*

— *dispozitivul de reglaj al tonului;*
— *dispozitivul de reglaj al balansului;*
— *indicatorul de lucru mono-stereo;*
— *comutatorul de lucru mono-stereo.*

Este de remarcat că începînd cu radioreceptoarele de buzunar, la care numărul reglajelor manuale este redus la minimul necesar, cu cît crește complexitatea și clasa de calitate a radioreceptoarelor, numărul acestor sisteme auxiliare crește oferind posibilități largi de exploatare integrală a performanțelor radioreceptoarelor.

ÎNTREBARE. Care sînt și cum funcționează dispozitivele și reglajele manuale utilizate la radioreceptoarele de buzunar?

RĂSPUNS. Avînd în vedere specificul acestor radioreceptoare, dotarea cu dispozitive și reglaje manuale se reduce la:

● **Întrerupătorul de pornire-oprire** este realizat ca o singură piesă cu potențiometrul de reglaj al volumului și acționează prin rotirea axului acestuia, conectînd sau deconectînd alimentarea radioreceptorului. Sistemul de realizare prezintă dezavantajul necesității înlocuirii integrale a ansamblului la defectarea întrerupătorului sau a potențiometrului. Soluția constructivă se aplică și la radioreceptoarele (*rr*) portabile și la unele *rr* staționare, datorită relativei simplități și pentru reducerea numărului de organe de comandă. La *rr* staționare moderne și chiar la unele *rr* portabile se preferă soluția independenței întrerupătorului de celelalte reglaje, acționarea fiind asigurată printr-o clapă a claviaturii sau un buton ce comandă o tastă.

● **Comutatorul gamelor de unde** (existent la radioreceptoarele cu două sau mai multe game) este realizat, de obicei, sub forma unor comutatoare de translație cu două sau trei poziții corespunzătoare gamelor recepționate, suficiente pentru clasa *rr* de buzunar. Evident că *rr* echipate cu o singură gamă de unde nu sînt dotate cu acest dispozitiv de comandă. La radioreceptoarele portabile sau staționare, comutatorul este realizat sub forma unei claviaturi (tastaturi), fiecărei clape (buton) corespunzîndu-i o gamă de unde, care permite trecerea rapidă de la o gamă la oricare alta. Unele firme au menținut sistemul comutatoarelor de game rotative, în timp ce, pe plan mondial, tendința evoluează spre introducerea comutării statice.

● **Dispozitivul de acord manual** comandă, prin acționarea butonului de acord, rotirea axului blocului condensatoarelor variabile (de obicei comun pentru toate gamele de unde *MA*) și deplasarea indicatorului de scară care precizează locul în gamă al postului recepționat. La unele *rr* staționare sau portabile este prevăzut pentru gamele de unde scurte un al doilea buton destinat acordului fin pe post. În cazul *rr* montate pe autovehicule, acordul se realizează prin deplasarea miezurilor unor inductanțe variabile, ceea ce asigură o stabilitate mai bună la vibrații. Pentru radioreceptoarele combinate *MA—MF* se utilizează două blocuri de condensatoare variabile, de obicei acționate de butoane diferite, dar și de un singur buton (blocuri montate pe același ax) la *rr* mai puțin pretențioase.

Pentru acordul fin, la unele *rr* s-a trecut la sisteme de reglaj manual al acordului, bazate pe circuite electronice cu diode varicap, sisteme avantajoase pentru miniaturizare, integrare și telecomanda receptoarelor.

● **Dispozitivul de reglaj al volumului** permite stabilirea nivelului dorit al audiției sonore de la un minim practic nul pînă la puterea maximă de

ieşire. Detalii privind circuitele de reglaj al volumului au fost prezentate în capitolul 9.

Practic, la *rr* de buzunar numărul dispozitivelor şi sistemelor de comandă şi reglaj manual este limitat la cele prezentate, în unele cazuri fiind eliminate chiar dintre acestea (de exemplu comutatorul gamelor de unde la *rr* cu o singură gamă).

ÎNTREBARE. Cu ce dispozitive şi reglaje manuale sînt echipate *rr* staţionare monofazice?

RĂSPUNS. Pe lîngă dispozitivele şi reglajele manuale prezentate la *rr* de buzunar, mai apar următoarele:

●**Indicatorul de acord** reprezintă un mijloc obiectiv, cu ajutorul căruia se poate aprecia vizual momentul în care radioreceptorul este acordat exact pe postul recepţionat, uşurîndu-se operaţia de acord şi reducîndu-se totodată efectul de mascare a acordului exercitat de circuitele de *RAA*. Ca indicator se utilizează un miliampermetru special, cu cadru mobil, montat fie ca voltmetru, fie ca ampermetru de măsurare a tensiunii sau curentului de c.c. obţinute prin demodulare, mărimi proporţionale cu semnalul recepţionat, acordul exact fiind în situaţia indicaţiei maxime a instrumentului.

În figura 10.1 este prezentată o schemă electrică de principiu, în care indicatorul de acord *IA* este montat în permanenţă (fără comutare) ca

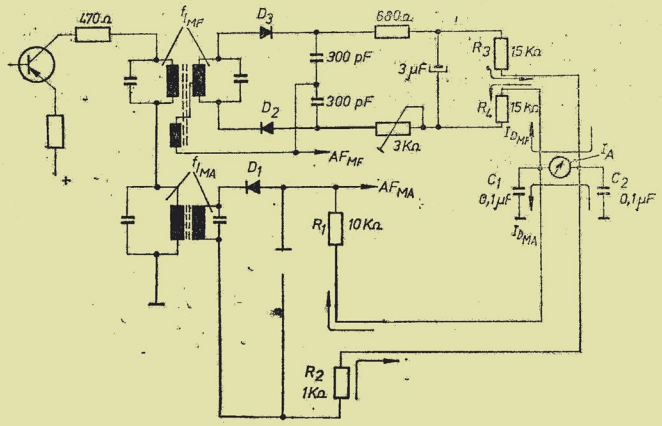


Fig. 10.1. Schemă de conectare a indicatorului de acord *IA* ca miliampermetru.

microampermetru, în serie cu rezistenţele de detecţie R_1 şi R_2 pentru gamele de unde *MA* şi cu R_3, R_4 ale detectorului de raport pentru gama de *UUS*. Utilizarea indicatorului de acord ca voltmetru, pentru gama de *UUS*, este prezentată în schema electrică din figura 10.2, acordul exact fiind realizat pentru indicaţia maximă a instrumentului.

Radioreceptorul *Bucur*, a cărui schemă este prezentată în planșa 1, utilizează un bec indicator de acord, alimentat de un amplificator de c.c. al tensiunii de *RAA* de la emitorul tranzistorului T_{305}, realizat cu tranzistoarele T_{601}, T_{602} și T_{401}. Luminozitatea maximă a becului indică acordul exact, nivelul luminozității putînd fi reglat pe gamele *MA* cu ajutorul

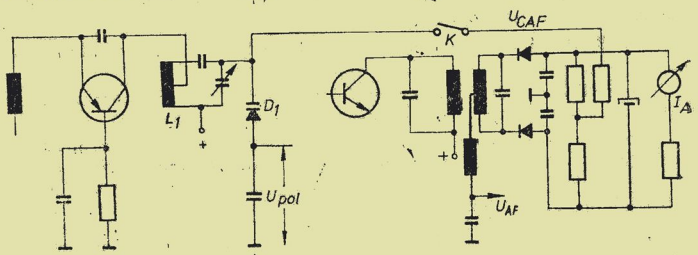


Fig. 10.2. Dispozitiv de *CAF* și indicator de acord pe gama *UUS*.

rezistenței semireglabile R_{352}, iar pe gama *MF* (*UUS*) cu ajutorul rezistenței semireglabile R_{612}.

În cazul unor radioreceptoare moderne, s-a trecut la indicarea acordului exact cu o secvență de diode electroluminiscente (*LED*) amplasate liniar, numărul maxim de diode ce ilumineză precizînd acordul pe postul dorit. De asemenea, la gamele *MF* se utilizează un sistem de afișare numerică cu cristale lichide a frecvenței de acord combinat cu circuit de acord fin digital. O asemenea schemă de principiu este prezentată în figura 10.3, indicîndu-se principalele blocuri funcționale, senzorii pentru

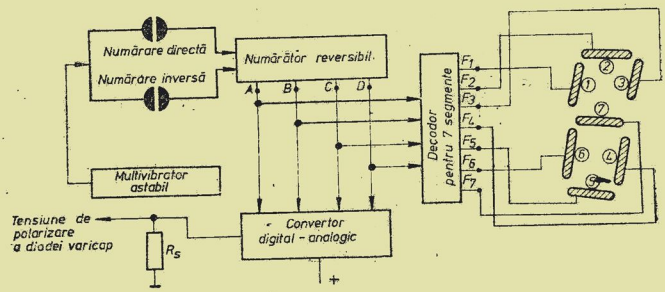


Fig. 10.3. Circuit de acord cu sistem de afișare numerică.

acționarea numărătorului reversibil și modul de conectare a segmentelor unei cifre la decodor. Este evident, de exemplu, pentru indicarea cifrei 5, că la ieșirile F_1, F_2, F_4, F_5 și F_7 va fi necesar un nivel mare (nivel logic 0), iar la ieșirile F_3 și F_6, un nivel mic (nivel logic 1). Sistemul asigură, cu aju-

torul convertorului digital-analogic, şi tensiunea de polarizare a diodei varicap din circuitul de acord fin.

●**Comutatorul antenă exterioară — antenă de ferită** oferă radioreceptorului posibilităţile suplimentare următoare:

— cu antena de ferită (încorporată în radioreceptor) se reduc apreciabil perturbaţiile atmosferice şi industriale, întrucît acestea se propagă în principal prin cîmp electric, iar antena de ferită este sensibilă la cîmpul magnetic;

— antena de ferită are o caracteristică bună de directivitate (selectivitate) în spaţiu, permiţînd separarea unor posturi de frecvenţe purtătoare apropiate, dar situate în plan orizontal pe direcţii diferite.

Comutarea circuitelor de intrare pe una din cele două tipuri de antene se realizează cu un buton ce acţionează un comutator sau o claviatură (tastatură).

●**Dispozitivele de rotire ale antenei de ferită** realizează, prin rotirea antenei, reglajul caracteristicii de directivitate a acesteia, în scopul favorizării recepţiei postului dorit. Practic, se acţionează dispozitivul pînă ce indicatorul de acord are indicaţie maximă, sau, în lipsa lui, pînă ce se apreciază subiectiv recepţia optimă a postului. Menţionăm că la *rr* de buzunar sau portabile, prevăzute cu antenă de ferită, reglajul se efectuează prin rotirea întregului aparat.

●**Reglajul manual al selectivităţii radioreceptorului** asigură o bandă de trecere cît mai îngustă, în cazul recepţiei însoţite de perturbaţii a posturilor slabe şi, dimpotrivă, o bandă mai largă, ce asigură o calitate mai bună a audiţiei, la recepţia neinsoţită de perturbaţii a posturilor puternice. Cu ajutorul butonului de selectivitate variabilă, se reglează lărgimea benzii de trecere a amplificatorului de *FI*, reglaj bazat pe posibilitatea variaţiei factorului de cuplaj între filtrele de bandă *FI*. Reglajul selectivităţii se foloseşte numai la recepţia semnalelor *MA*, deoarece pentru semnalele *MF* ar creşte mult distorsiunile de neliniaritate la selectivitate redusă.

Reglajul continuu al selectivităţii se realizează de obicei mecanic, prin modificarea distanţei dintre bobinele filtrelor de bandă de *FI* (fig. 10.4 ,*a*), modificîndu-se astfel inductanţa mutuală de cuplaj, ceea ce permite variaţii ale benzii de trecere a radioreceptorului de la 3—4 kHz pînă la

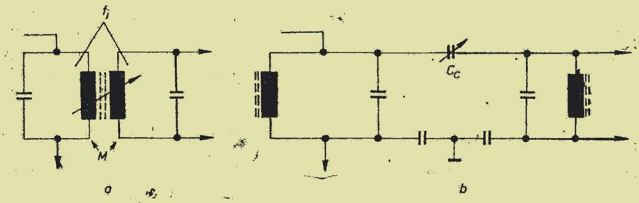


Fig. 10.4. Circuite de reglaj continuu al selectivităţii:
a — prin modificarea inductanţei de cuplaj; *b* — prin modificarea cuplajului capacitiv.

10—12 kHz. Aceleaşi efecte se pot obţine prin variaţia cuplajului capacitiv din filtrele de bandă (C_c în figura 10.4, *b*).

La unele radioreceptoare se realizează monoreglajul continuu al selectivităţii şi al tonului pentru frecvenţele audio superioare; la acţionarea

butonului pentru reglajul tonului (modificarea benzii etajelor de *AF*) se modifică în același sens și banda de trecere a etajelor de *FI*. Sistemul are o bună eficiență, asigurînd o selectivitate bună pentru posturile slabe și o audiție bună pentru cele puternice.

Reglajul în trepte al selectivității se realizează prin modificarea cu ajutorul unui comutator (de obicei tip clapă) a inductanței mutuale de cuplaj între primarul și secundarul filtrului de bandă de *FI* (fig. 10.5). Introducerea, prin decuplarea întrerupătorului *K*, în circuitul secundarului L_2, a bobinei L_3 cuplată strîns cu primarul L_1, duce la creșterea cuplajului și la scăderea selectivității. Astfel se obține o bandă de 3—6 kHz, față de 10—14 kHz pentru poziția *închis* a întrerupătorului. La unele radioreceptoare de clasă superioară sau de trafic se utilizează, pentru reglajul în trepte al selectivității, filtrele piezoceramice și sisteme electronice de comutare.

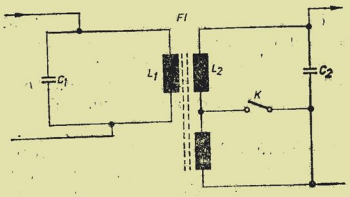


Fig. 10.5. Circuit de reglaj al selectivității cu două trepte.

●**Dispozitivul de reglaj al tonului** asigură variația caracteristicii de frecvență a etajelor de *AF*, implicit a întregului radioreceptor, în scopul asigurării redării corespunzătoare a diferitelor feluri de programe. Pentru redarea vorbirii este suficientă o bandă cuprinsă între limitele 150 ... ...250 Hz—3...4 kHz; redarea frecvențelor prea joase (mai mici de 150 Hz) creează *efectul de butoi*, iar a celor prea înalte (peste 4 kHz) accentuează șiflantele, dînd audiției un caracter neplăcut, șuierător. Pe de altă parte, pentru muzica orchestrală este necesar să se redea un spectru mai larg, de la 50 ... 100 Hz pînă la 5 kHz și chiar mai mult, dacă este posibilă recepția în *MF* și stereo, în care să se favorizeze (accentueze) atît frecvențele inferioare pentru a scoate în evidență basșii și instrumentele de percuție care dau ritmul, cît și frecvențele înalte, pentru a se pune în evidență instrumentele specifice de jazz (alămuri).

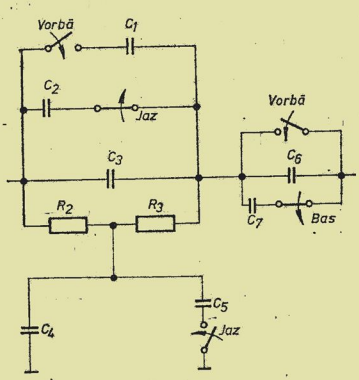


Fig. 10.6. Registru de ton.

Avînd în vedere aceste lucruri, precum și diversitatea gusturilor ascultătorilor, apare justificată introducerea reglajului manual al tonului la *rr* de clasă mijlocie și superioară.

Față de cele prezentate în capitolul 9 asupra circuitelor de reglaj al tonului, este de menționat că unele *rr* staționare se echipează cu un registru de ton dotat cu clape; prin apăsarea fiecărei clape din registru, se stabilește în *AAF*, prin circuite prereglate de ton, o anumită caracteristică de

ton totală, potrivită tipului respectiv de program recepționat : *Bas*, *Jazz*, *Orchestră*, *Vorbă* etc. O schemă electrică de principiu simplificată a unui registru de ton cu trei posibilități este prezentată în figura 10.6. Prin acționarea clapelor registrului de ton sînt introduse sau scoase din circuit elemente reactive, care modifică în mod corespunzător caracteristica de frecvență.

ÎNTREBARE. Care sînt dispozitivele și reglajele manuale necesare receptoarelor stereofonice?

RĂSPUNS. Pe lîngă toate celelalte dispozitive și reglaje manuale, prezentate la întrebările anterioare, ce pot echipa sau nu un radioreceptor stereofonic, în funcție de soluția aleasă de producător, există citeva specifice *rr* stereofonice, pe care le prezentăm în continuare.

●**Dispozitivul de reglaj al balansului** asigură realizarea uneia din condițiile impuse amplificatoarelor stereofonice (v. cap. 9, paragraful A1) și anume : reglarea nivelelor de putere la ieșire, diferite pentru fiecare canal, spre a compensa diferențele de nivel în audiția stereofonică, diferențe datorate în special poziției ascultătorului față de cele două incinte acustice.

Pentru realizarea acestui deziderat, din variantele existente ne vom limita la prezentarea a două variante de reglaj al balansului, utilizate în radioreceptoarele stereofonice :

— *potențiometru dublu* (tandem) pentru reglarea balansului, cu cursă inversată, conectat în rețeaua de reacție (P_{404}—P_{604} la receptorul stereo *BUCUR* — v. planșa 1);

— *potențiometru simplu*, conectat cu capetele la căile de semnal ale celor două canale și cu cursorul la masă (P_{403} la combina *CMS — 1* — v. planșa 2, respectiv P_{81} la radiocasetofonul stereo — v. planșa 3).

Cea de a doua soluție constructivă oferă avantajul unei simplități constructive, cu riscul creșterii diafoniei între cele două canale.

●**Comutatorul modului de lucru mono-stereo** reprezintă un dispozitiv de comandă realizat sub două forme :

— la receptoarele monofonice *MA—MF* de bună calitate, prevăzute cu amplificator de *AF* stereofonic (cu două canale), comutarea pe poziția stereo oferă ascultătorului posibilitatea de a audia stereofonic programe muzicale înregistrate corespunzător, transmise de surse exterioare (magnetofon, casetofon, picup). În cazul recepției programului radiodifuzat la aceste receptoare monofonice, trecînd pe poziția *mono*, se va putea audia pe ambele canale același program ;

— la receptoarele stereofonice, prevăzute cu etajele specifice corespunzătoare (v. cap. 11), dispozitivul (clapa) de comutare a modului de lucru oferă pe poziție *mono* posibilitatea audierii monofonice a programelor (gamele de unde *MA*, posturi slabe stereofonice pe gama *UUS*, surse exterioare monofonice), iar pe poziția *stereo* posibilitatea audierii stereofonice a programelor (posturi stereo puternice pe gama *UUS*, surse exterioare stereofonice). Comutatorul acționează în general la intrarea etajelor preamplificatoare de *AF*, uneori comutarea *stereo* fiind prevăzută cu indicator luminos (L_{10} la combina *CMS — 1* — v. planșa 2).

Pentru a se evita comutarea manuală *mono-stereo*, se introduce în unele radioreceptoare un dispozitiv de comutare automată, comandat de semnalul pilot al semnalului stereofonic (v. cap. 8, paragraful 3), care trece automat funcționarea pe *stereo* la recepția unui astfel de post. Uneori dispo-

zitivul de comutare automată este prevăzut cu prag, astfel că dacă semnalul stereofonic recepționat este mai mic decît un anumit nivel impus, radioreceptorul este menținut tot pe poziția *mono*, asigurînd audiția cu un raport *semnal/zgomot* satisfăcător.

●**Indicatorul modului de recepție mono-stereo** este un indicator de prezență la recepție a semnalului stereofonic, comanda lui asigurîndu-se cu ajutorul semnalului pilot existent numai în transmisiile stereofonice. Pentru cazul decodoarelor stereo tranzistorizate (v. fig. 8.19) s-a prezentat în capitolul 8, paragraful A3 modul de funcționare a acestui circuit auxiliar, comandat de semnalul subpurtător de 38 kHz.

La decodoarele realizate cu circuite integrate (v. fig. 8.21, planșele 2 și 3) indicatorul optic al modului de recepție este comandat de un *trigger* din structura internă a circuitului integrat, indicatorul propriu-zis fiind un bec cu incandescență (L_1 — v. planșa 2), sau o diodă electroluminiscentă *LED* (D_1 — v. planșa 3). Stingerea indicatorului luminos sau funcționarea sa intermitentă indică lipsa sau valoarea redusă a semnalului recepționat, impunîndu-se trecerea pe poziția *mono* a clapei comutatorului modului de lucru al radioreceptorului.

2. REGLAJELE AUTOMATE ALE RADIORECEPTOARELOR

ÎNTREBARE. Care sînt principalele sisteme de reglaj automat utilizate în radioreceptoare?

RĂSPUNS. Radioreceptoarele, în funcție de clasele de calitate (v. tabelul 1.1) și performanțele dorite de producător utilizează mai multe sau mai puține sisteme de reglaj automat, dintre care le menționăm pe cele mai frecvente:

— reacția negativă;
— reglajul automat al amplificării *RAA*;
— controlul automat al frecvenței *CAF*;
— reglajul automat al selectivității (benzii) *RAB*;
— acordul automat;
— acordul liniștit.

Dispozitivele de reglaj automat, utilizate în construcția radioreceptoarelor, realizează îmbunătățirea performanțelor acestora și măresc facilitățile puse la dispoziția utilizatorilor.

ÎNTREBARE. Ce este *reacția negativă* și cum se aplică la radioreceptoare?

RĂSPUNS. Prin reacție negativă se înțelege *întoarcerea unei părți din energia semnalului de la ieșirea unui amplificator la intrarea sa, în așa fel încît semnalul de reacție să se aplice la intrarea amplificatorului în antifază cu semnalul existent în punctul respectiv.* Dacă mărimea care se readuce în circuitul de intrare, numită și *mărime de reacție*, este proporțională cu tensiunea de la ieșire, se obține o *reacție de tensiune*, iar dacă este proporțională cu valoarea curentului din circuitul de ieșire se obține o *reacție de curent*. În practică se utilizează atît reacția negativă de tensiune sau de curent, cît și *reacția combinată* (*mixtă*).

După modul de aplicare al reacției negative se distinge *reacție negativă locală* — aplicată pe un singur etaj, sau *reacție negativă globală* — aplicată pe două sau mai multe etaje. Reacția negativă globală se poate aplica

totuşi numai pe două sau cel mult trei etaje, deoarece instabilitatea etajelor cuprinse în bucla de reacţie creşte o dată cu numărul etajelor.

In figura 10.7 sînt prezentate cîteva scheme electrice simplificate ale unor etaje de amplificare cu reacţie negativă locală, iar în figura 10.8 scheme de etaje de amplificare cu reacţie negativă pe două etaje (reacţie

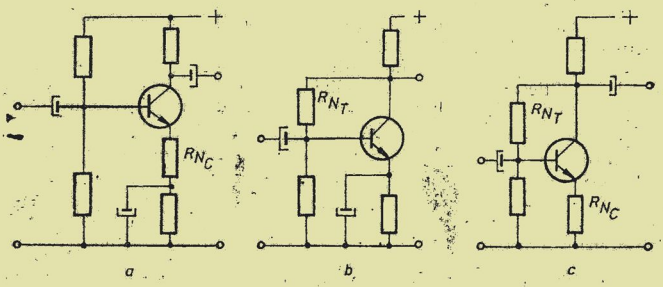


Fig. 10.7. Scheme de reacţie negativă locală:
a — de curent; *b* — de tensiune; *c* — mixtă.

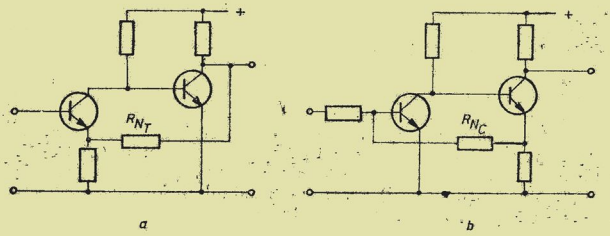


Fig. 10.8. Scheme de reacţie negativă globală:
a — de tensiune; *b* — de curent.

liniară). Menţionăm că în unele cazuri se utilizează reacţia negativă globală neliniară, realizată cu reţele *RC* în combinaţii serie, paralel sau serie-paralel, reacţie dependentă de frecvenţă.

În general, reacţia negativă se utilizează în etajele amplificatoare de *AF* pentru a reduce distorsiunile neliniare şi influenţa dispersiei parametrilor componentelor, precum şi pentru ameliorarea caracteristicii de frecvenţă. Factorul de reacţie este limitat superior de condiţia de stabilitate a etajelor *AAF*, din cauza defazajelor pe care le introduc componentele acestora (tranzistoare, transformatoare, condensatoare etc.).

ÎNTREBARE. Care sînt efectele reacţiei negative?

RĂSPUNS. Efectele reacţiei negative de curent în etajele *AAF* sînt:
— scăderea amplificării etajului (etajelor);

— scăderea distorsiunilor de neliniaritate;

— liniarizarea caracteristicii de frecvență în zona frecvențelor audio mijlocii și reducerea atenuării frecvențelor limită (extinderea caracteristicii de frecvență);

— creșterea impedanței de intrare a etajului (etajelor);

— scăderea impedanței de ieșire a etajului (etajelor);

— creșterea stabilității în funcționare;

— asigurarea reproductibilității performanțelor schemei cu componente avînd toleranțe mai puțin severe.

Efectele reacției negative de tensiune în etajele *AAF* sînt aceleași referitor la amplificare, distorsiuni de neliniaritate, caracteristică de frecvență, stabilitate și reproductibilitate, deosebirile apărînd la impedanța de intrare (scădere) și la cea de ieșire (creștere).

ÎNTREBARE. Care este rolul sistemului de reglaj automat al amplificării?

RĂSPUNS. Rolul sistemului de reglaj al amplificării (*RAA*) constă în modificarea legii de dependență a semnalului de ieșire față de semnalul recepționat, în așa fel încît variațiile amplitudinii purtătoarei de la intrare (în antena receptorului) să nu influențeze amplitudinea semnalului de ieșire (aplicat difuzorului). Aceasta se realizează prin modificarea (reglarea) automată a coeficientului total de amplificare al radioreceptorului, astfel încît acesta este micșorat la recepția semnalelor puternice și majorat de recepția celor slabe, obținîndu-se o audiție practic constantă, cît timp nu se acționează reglajul manual al volumului.

Sistemul de *RAA* are și rolul de a evita supraîncărcarea etajelor pînă la demodulator, în special a ultimului etaj amplificator de *FI*, care la recepția semnalelor puternice pot intra în saturație, ceea ce provoacă distorsiuni exagerate ale semnalelor.

Semnalul de comandă pentru sistemele de *RAA* este reprezentat de tensiunea de c.c obținută la ieșirea demodulatorului, tensiune ce variază direct proporțional cu amplitudinea purtătoarei semnalului recepționat. Conform schemei bloc prezentate în figura 10.9, sistemul de *RAA* comandă amplificarea primelor etaje ale radioreceptorului (*ARF* — dacă există și *AFI* — de obicei primul etaj), foarte rar fiind adoptate scheme care acționează și asupra circuitului de intrare.

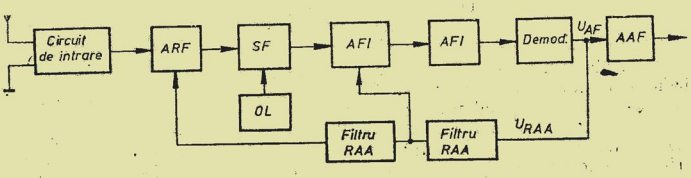


Fig. 10.9. Schema bloc a sistemului de *RAA*.

ÎNTREBARE. Care sînt principalele sisteme de *RAA* utilizate în radioreceptoare și prin ce este caracterizată eficacitatea lor?

RĂSPUNS. Caracteristica de reglaj a radioreceptorului, care permite aprecierea eficacității sistemelor de *RAA*, indică modul în care variază

mărimea tensiunii la ieșirea $rr(U_e)$ în funcție de mărimea tensiunii de la intrare (U_i). În figura 10.10 sînt prezentate caracteristicile de reglaj ale radioreceptoarelor pentru diferite cazuri.

În receptoarele fără sisteme *RAA*, pînă la intrarea în regiunea de saturație caracteristica este aproximativ o linie dreaptă (curba *1*, fig. 10.10), tensiunea U_e variind proporțional cu semnalul de intrare. Caracteristica de reglaj ideală (curba *2*) indică faptul că la semnale mici la intrare $U_i < U_t$ este indicat ca sistemul de *RAA* să nu acționeze, iar la semnale mari $U_i \geq U_t$ tensiunea la ieșire U_e să fie practic constantă.

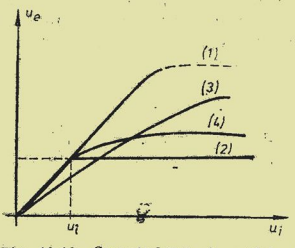


Fig. 10.10. Caracteristici de reglaj ale sistemelor de *RAA*.

În cazul radioreceptoarelor echipate cu sistem de *RAA* simplu, la care amplificarea se modifică în întreaga gamă de variație a tensiunii de intrare, dependența mărimilor U_e și U_i este descrisă de curba *3* din figura 10.10. Se poate observa că sistemul de *RAA* simplu acționează asupra amplificării radioreceptorului chiar la semnale foarte slabe, reducînd astfel sensibilitatea acestuia și înrăutățind apreciabil raportul *semnal/zgomot*.

Sistemele de *RAA* cu întîrziere, a căror funcționare este descrisă de caracteristica de reglaj *4* nu acționează pînă la o valoare minimă a semnalului de intrare, numită *prag de întîrziere* U_t, sensibilitatea radioreceptorului fiind maximă. Cînd semnalul la intrare devine suficient de puternic $U_i \geq U_t$, reglajul automat începe să acționeze, reducînd amplificarea cu o eficiență mai mare ca la sistemul de *RAA* simplu.

ÎNTREBARE. Care sînt principalele tipuri de *RAA* utilizate în radioreceptoarele cu tranzistoare?

RĂSPUNS. Principial, în radioreceptoarele cu tranzistoare, *RAA* se poate realiza prin următoarele metode:

— *RAA* prin variația pantei tranzistorului amplificator de *FI* sau *RF*, ca urmare a modificării polarizării bazei sale;

— *RAA* prin amortizarea cu o diodă semiconductoare a circuitului oscilant de sarcină (primul filtru de bandă de *FI*) al etajului schimbător de frecvență;

— *RAA* prin amortizarea cu o diodă semiconductoare a circuitului oscilant de intrare al radioreceptorului;

— *RAA* cu amplificatoare parametrice echipate cu divizoare cu diode comandate;

— *RAA* cu amplificare a tensiunii de comandă (în c.c. sau în *FI*) și utilizarea unuia din procedeele anterioare de comandă.

După poziția în care se situează etajele reglate față de etajul demodulator se disting *sisteme de RAA cu reglaj înainte* și *cu reglaj înapoi*. În acest ultim caz, cel mai frecvent folosit datorită ușurinței realizării și a eficacității satisfăcătoare, tensiunea de comandă pentru *RAA* se aplică etajelor ce preced demodulatorul (de obicei *AFI*, iar uneori *ARF* sau circuitul de intrare). Această situație impune însă obligația ca reglajul să nu poată fi perfect, deoarece el se bazează tocmai pe variațiile amplitudinii purtătoarei, ce ajung la demodulator, variații care asigură variația tensiunii de comandă a *RAA*.

ÎNTREBARE. Care este principiul de funcționare al sistemului de *RAA* prin variația pantei tranzistorului comandat?

RĂSPUNS. Modificarea amplificării receptorului se realizează în acest caz prin aplicarea unei tensiuni de reglaj în circuitul de intrare al unuia dintre etajele amplificatoare de *FI* sau *RF*, tensiune ce realizează o polarizare suplimentară a bazei tranzistorului amplificator.

În figura 10.11 se prezintă o schemă electrică ce ilustrează principiul de funcționare, precum și caracteristica $i_C u_{BE}$ a tranzistorului reglat. Se

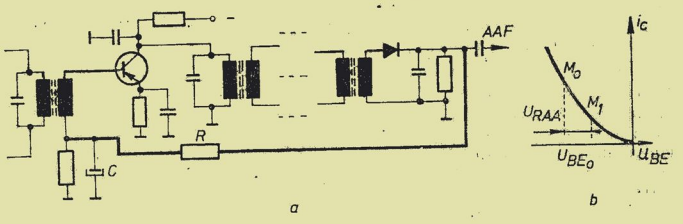


Fig. 10.11. Sistemul de *RAA* simplu:
a — schema electrică; *b* — caracteristica ($i_C - u_{BE}$).

poate constata că punctul inițial de funcționare M_0 se alege pentru o polarizare negativă mare U_{BE_0} a joncțiunii bază-emitor, iar la aplicarea tensiunii pozitive de reglaj U_{RAA}, provenită de la ieșirea detectorului, punctul de funcționare trece în M_1, unde corespunzător scad panta tranzistorului și amplificarea etajului. Deci, la semnale puternice amplificarea globală scade, iar la semnale slabe crește, ceea ce conduce la o oarecare uniformizare a nivelelor semnalelor recepționate.

Caracteristicile acestui sistem de *RAA* sînt următoarele:

— sistemul este de *RAA* simplu, cu dezavantajele amintite;

— tensiunea de comandă se aplică pe un singur etaj, pentru a se evita puterile de comandă mari care ar fi cerute etajului demodulator;

— cu toate că panta tranzistorului reglat este mare (zeci de mA/V) reglajul asigură, pentru variații de 15—20 ori ale semnalului de intrare, variații de 2—3 ori ale celui de ieșire (eficacitatea sistemului atinge maximum 30 dB);

— în timpul funcționării variază impedanțele de intrare și de ieșire ale tranzistorului reglat, ceea ce modifică adaptările cu etajele învecinate, producînd un oarecare dezacord al circuitelor oscilante de *FI*;

— simplitatea și relativ buna eficacitate a schemei o fac aplicabilă la majoritatea radioreceptoarelor cu tranzistoare mici și mijlocii.

ÎNTREBARE. Ce este și cum lucrează sistemul de *RAA* cu amortizare prin diodă semiconductoare?

RĂSPUNS. Acest sistem de reglaj este de tipul *cu întîrziere* și se utilizează în combinație cu cel prezentat anterior.

Dacă variația pantei se obține prin comanda primului tranzistor *AFI*, sistemul cu diodă introduce o amortizare a circuitului oscilant de sarcină al etajului precedent — schimbătorul de frecvență. În figura 10.12 se

remarcă dioda semiconductoare suplimentară D_1, montată între colectorul tranzistorului schimbător de frecvență T_1 și punctul N cu potențial lent variabil al sarcinii din colectorul tranzistorului *AFI* T_2. Deci, din punctul de vedere al frecvenței intermediare, dioda D_1 se află în paralel cu circuitul oscilant L_1C_1 pe care-l amortizează datorită rezistenței sale interne, după cum urmează:

— în lipsa semnalului $U_{RAA} = 0$, iar dioda D_1 este polarizată invers prin alegerea convenabilă a rezistențelor din montaj (practic $U_{D_1} \approx -$

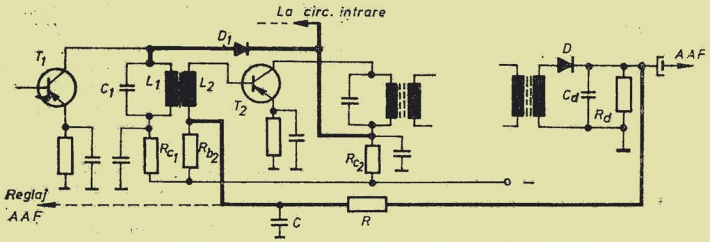


Fig. 10.12. Sistem de *RAA* cu întîrziere, combinat cu *RAA* simplu.

$-0{,}5 \ldots -1$ V), astfel că circuitul oscilant L_1C_1 nu este practic influențat de rezistența diodei (R_D *inv* este de ordinul sutelor de kiloohmi);

— la semnale slabe recepționate, dioda D_1 se menține încă blocată, neinfluențînd circuitul oscilant L_1C_1, iar în baza tranzistorului T_2 se aplică prin grupul de filtraj *RC* o tensiune U_{RAA} mică, preluată de la demodulator, care modifică panta tranzistorului, dar nu esențial;

— la semnale puternice recepționate (care depășesc „pragul de întîrziere") scade puternic curentul de colector al tranzistorului T_2, astfel că scade și potențialul aplicat catodului diodei D_1; tensiunea aplicată diodei devine pozitivă, dioda începe să conducă și se reduce rezistența ei internă, amortizînd circuitul oscilant L_1C_1 (scade amplificarea etajului *SF* de circa 10—15 ori).

Totodată, ca efect al amortizării circuitului L_1C_1 se lărgește banda lui de trecere, echivalentă unui reglaj automat al selectivității simultan cu cel al amplificării. De asemenea, nu trebuie să se piardă din vedere faptul că reglajul amplificării nu se face numai prin acțiunea diodei D_1 asupra etajului schimbător de frecvență (T_1), ci și prin variația pantei etajului *AFI* (T_2), ca urmare a polarizării suplimentare a bazei cu tensiunea preluată de la demodulator prin grupul de filtraj *RC*.

Pentru mărirea eficacității reglajului, la radioreceptoarele prevăzute cu etaj *ARF* se poate aplica această tensiune de reglaj în mod asemănător, în baza tranzistorului respectiv (linia punctată din figura 10.12). Eficacitatea sistemului combinat, descris mai sus, atinge 30...50 dB, iar cînd se comandă și etajul *ARF*, chiar 50...70 dB.

Uneori se aplică *RAA* cu întîrziere și asupra circuitului de intrare, prin amortizarea acestuia cu dioda D_2 conectată de obicei la o priză a inductanței (fig. 10.13). Polarizarea diodei D_2 se preia de la catodul diodei D_1 din figura 10.12, funcționarea ei ca element de amortizare la semnale mari fiind asemănătoare cu cea descrisă anterior.

ÎNTREBARE. Cum se realizează *RAA* la recepția semnalelor *MF*?

RĂSPUNS. În cazul recepției în gama de *UUS*, cînd se utilizează radioreceptoare pentru *MF* sau combinate *MA—MF*, reglajul automat al amplificării se realizează similar situațiilor analizate anterior, cu mențiunea că tensiunile de reglaj U_{RAA} se culeg fie de la discriminatorul pentru *MF* (detectorul de raport), fie de la un detector suplimentar, montat în paralel pe ultimul etaj amplificator de *FI*, înainte de limitatorul de amplitudine. În plus, sistemului de *RAA* simplu i se asociază procedeul de amortizare a diferitelor circuite oscilante din lanțul de *RF* sau *FI*, cu diode semiconductoare cu polarizare variabilă, în funcție de intensitatea semnalelor utile recepționate.

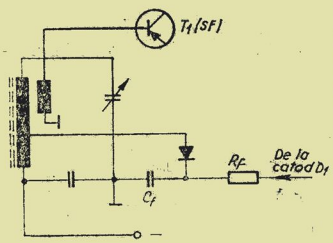


Fig. 10.13. Sistem de *RA* cu amortizarea circuitului de intrare.

În cazul radioreceptorului *BUCUR*, tensiunile de alimentare au valorile indicate în schema electrică de principiu prezentată în planșa 1. În momentul recepției unor semale *MF*, prin condensatorul C_{308} se culege o tensiune de semnal *FI—MF* care se aplică grupului D_{301}, R_{304} ce constituie un detector de tipul paralel.

Rezultă o tensiune continuă de polaritate pozitivă, care se scade din tensiunea continuă de polaritate negativă furnizată de alimentator. Tensiunea rezultată, a cărei mărime depinde de mărimea tensiunii de semnal *FI—MF*, comandă în bază tranzistorul T_1, amplificator de *FIF*.

În acest fel, se micșorează factorul de amplificare al etajului, realizîndu-se reglajul automat al sensibilității pentru semnalul cu modulație de frecvență.

ÎNTREBARE. Care sînt condițiile impuse filtrelor tensiunii de *RAA*?

RĂSPUNS. Tensiunea de comandă pentru reglajul automat al amplificării U_{RAA} se aplică la intrările etajelor reglate prin intermediul unor filtre *RC* (v. fig. 10.11, și fig. 10.12) destinate filtrării componentelor de joasă și de înaltă frecvență din tensiunea preluată de la demodulator, avînd și rolul de a asigura separarea între etajele comandate.

Constanta de timp τ a filtrelor tensiunii de *RAA* trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

— să fie de cel puțin cîteva ori mai mare decît perioada frecvenței audio minime ($f_{min} \approx 50$ Hz, respectiv $T_{max} \approx 0{,}02$ s), pentru a asigura evitarea modulației parazite și a intrării etajului reglat în regim de autooscilații;

— să fie suficient de mică pentru ca U_{RAA} să poată urmări variațiile mai mult sau mai puțin rapide ale amplitudinii semnalului recepționat.

Practic, pentru satisfacerea ambelor condiții este suficient să se aleagă $\tau = (4, .. 10)\ T_{max} = 0{,}08 \ldots 0{,}2$ s, respectiv valori de circa 10 kΩ pentru R și de cîțiva μF pentru C.

ÎNTREBARE. Cum se realizează *RAA* pe gamele de unde cu *MA* ale radioreceptorului *BUCUR*?

RĂSPUNS. Din schema prezentată în planșa 1 se constată că, după detecția semnalului *MA* efectuată de dioda D_{304} (*EFD 110*), se obține semnalul de audiofrecvență. Tensiunea continuă de reglaj se ia de la bornele rezistenței de sarcină R_{334} a demodulatorului, este filtrată prin filtrul R_{357}, C_{342} și aplicată prin R_{323} și L_{317} ca tensiune negativă — U_{RAA} la baza tranzistorului T_{305}. Cînd semnalul lipsește, tensiunea de reglaj lipsește de asemenea, iar tranzistorul funcționează în punctul inițial cu polarizare pozitivă relativ mare la bază față de emitor, cu curenți mari, cu pantă și amplificare mare; polarizarea inițială este stabilită de rezistențele R_{322} și R_{325}, prin care se aplică în emitor pe R_{325} un potențial de 1,95 V față de masă. Cînd se acordă receptorul pe un post apare tensiune de reglaj U_{RAA} care, fiind aplicată cu minusul pe bază, reduce polarizarea pozitivă a bazei, iar panta și amplificarea etajului scad. Prin modificarea tensiunii din baza lui T_{305} se va modifica automat și tensiunea din emitorul său. Această variație din emitorul lui T_{305} este filtrată prin filtrul R_{324}, C_{327} și transmisă prin R_{316}, L_{310} în baza lui T_{304}, determinînd modificarea tensiunii de polarizare a bazei acestuia și deci și a celei din emitor.

Variația tensiunii din emitorul lui T_{304} este folosită mai departe la modificarea polarizării bazei tranzistorului T_{303}, după ce a fost întîi filtrată prin intermediul grupului R_{317}, C_{323}.

Pentru comanda bazei tranzistorului T_{302} se folosește o tensiune obținută din primarul ultimului filtru de bandă L_{326}, preluată din condensatorul C_{349} și detectată cu dioda D_{303}.

Tensiunea de semnal detectată, redusă cu R_{326}, se însumează cu tensiunea continuă de polaritate pozitivă în punctul comun al rezistențelor R_{329}, R_{326} și această tensiune va comanda în bază tranzistorul T_{302}.

În acest fel, în funcție de mărimea semnalului de audio-frecvență se realizează controlul întregului lanț de amplificare, începînd cu ultimul etaj de *FI* și terminînd cu modulatorul.

Este util de menționat și sistemul de *RAA* adoptat la combina muzicală *STEREOSON CMS — 1 — 205*, prezentat în cadrul capitolului 9, subcapitolul A.

ÎNTREBARE. Care sînt cauzele necesității introducerii sistemelor de reglaj automat al frecvenței la radioreceptoare?

RĂSPUNS. Una din condițiile esențiale pentru obținerea unei audiții de bună calitate este ca receptorul să fie și să rămînă acordat cît mai exact pe postul recepționat; în acest caz, se obține în radioreceptor frecvența intermediară egală cu cea nominală, corectă, pe care sînt acordate circuitele *FI*, iar purtătoarea semnalului se găsește plasată exact în centrul curbei de rezonanță a receptorului (v. fig. 10.14).

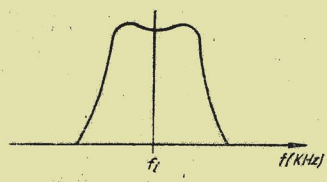


Fig. 10.14. Curba de rezonanță a radioreceptorului.

Cauzele care pot determina un acord inexact se pot datora fie auditorilor care nu au abilitatea necesară, fie alunecării în decursul timpului a frecvenței f_h a oscilatorului local.

În gama de *UUS*, aceste cauze au importanță mult mai mare, deoarece:

— acordul exact al radioreceptorului este mai dificil de realizat datorită benzii de trecere mai largi;

— orice dezacord introduce distorsiuni de neliniaritate mai grave decît în cazul emisiunilor cu *MA*;

— din cauza frecvențelor mari de lucru, alunecări de frecvență relativ mici (de exemplu 0,1 %) ale frecvenței oscilatorului local f_h produc modificări mari (de ordinul a sute de kHz) ale frecvenței intermediare;

— capacitățile circuitelor oscilante fiind relativ mici, influența capacităților parazite (inclusiv capacitățile dependente ale tranzistoarelor) este mai mare, putînd să conducă la dezacorduri de circuite.

Pentru a se elimina aceste inconveniente, se folosește în radioreceptoare sistemul *CAF* (reglajul, controlul sau corecția automată a frecvenței). În principal, sistemul *CAF* are rolul de a menține frecvența intermediară reală a semnalului f_{ir} cît mai constantă și mai apropiată de frecvența intermediară nominală f_{in} pe care sînt acordate circuitele de *FI* ale radioreceptorului.

Tendința actuală este de a utiliza sistemul de *CAF* în special la radioreceptoarele cu tranzistoare pentru game de *UUS* la care, în absența unui acord exact, se pierd majoritatea avantajelor transmisiei cu modulație de frecvență.

ÎNTREBARE. Care este principiul de funcționare al dispozitivului de *CAF*?

RĂSPUNS. Principiul de funcționare a dispozitivului de *CAF* se bazează pe introducerea în circuitul oscilant al oscilatorului local a unui sistem de reglaj capabil să modifice frecvența f_h a acestuia. Acest dispozitiv este comandat de diferența $\Delta f = f_{in} - f_{ir}$ (numită și *eroare de frecvență*) care există între frecvența intermediară nominală f_{in} pe care sînt acordate etajele de *FI* și frecvența intermediară reală a semnalului f_{ir}, care poate fi diferită de cea nominală. Cu ajutorul unui dispozitiv comparator se transformă diferența de frecvență într-o tensiune continuă de reglaj U_{CAF} cu mărime și semn care depind de mărimea și sensul alunecării frecvenței intermediare reale față de cea nominală; tensiunea de reglaj se aplică la dispozitivul de reglaj și comandă, prin intermediul acesteia, modificarea convenabilă a frecvenței oscilatorului f_h, așa încît frecvența intermediară reală să se apropie de cea nominală.

Din cele de mai sus rezultă că un sistem de *CAF* este compus în mare din următoarele părți componente:

— *detectorul de eroare* (comparatorul de frecvență);

— *dispozitivul de reglaj al frecvenței oscilatorului local.*

Schema bloc a unor radioreceptoare pentru semnale *MA* (fig. 10.15, *a*) și pentru semnale *MF* (fig. 10.15, *b*), prevăzute cu dispozitiv *CAF*, indică necesitatea utilizării unui discriminator *MF* și detector de eroare suplimentar la *rr—MA*, la cele *MF* ca detector de eroare folosindu-se chiar demodulatorul *MF* (discriminator), care furnizează atît tensiunea de *AF* cît și pe cea de reglaj U_{CAF}.

Ca dispozitiv de reglaj electronic al frecvenței oscilatorului local, în radioreceptoarele moderne se folosește cel mai mult dioda varicap, a cărei capacitate de barieră C_d variază, în funcție de polarizarea inversă aplicată diodei, după curba *I* din figura 10.16.

Întrucît, pentru gama de *UUS*, variațiile de capacitate ale diodei varicap sînt prea mari (sub acțiunea *CAF*), pentru a fi aplicate în întregime la circuitul oscilant al oscilatorului local, dioda se montează în serie cu o capacitate de circa 10 pF, iar ansamblul se conectează direct la circuitul

oscilant. Astfel, valoarea echivalentă a ansamblului serie C_{ech} este de ordinul picofarazilor, iar variația valorii sale sub acțiunea tensiunii U_{CAF} este de ordinul fracțiunilor de picofarad (curba *II* din fig. 10.16) așa cum este necesar în gama de *UUS*.

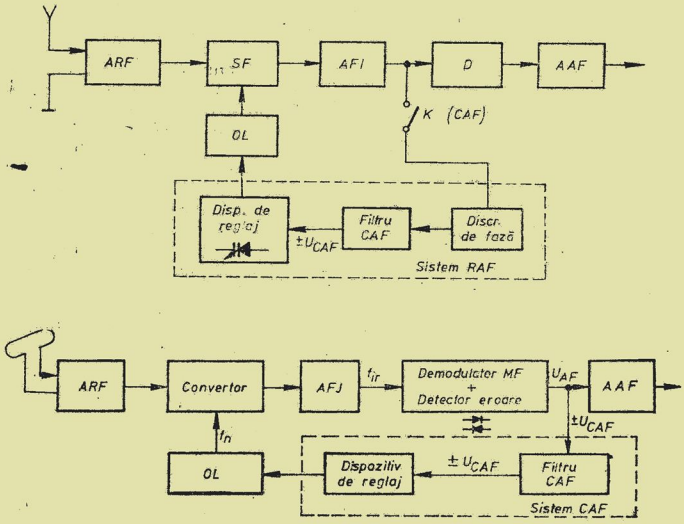


Fig. 10.15. Sisteme de *CAF*:
a — pentru radioreceptoare cu *MA*; *b* — pentru rr cu *MF*.

ÎNTREBARE. Cum este realizat sistemul de *CAF* la radioreceptorul *BUCUR* prezentat în planșa 1?

RĂSPUNS. Pentru gama de *UUS*, radioreceptorul *BUCUR* folosește un sistem de *CAF*, la care în derivație pe circuitul oscilant al oscilatorului local format din inductanța L_{104} și condensatoarele C_{114}, C_{115} și C_{116} se conectează dioda varicap D_1 (*BB 139*) care, în serie cu condensatorul C_{119}, reprezintă dispozitivul de reglaj al sistemului *CAF*.

Tensiunea de comandă $\pm U_{CAF}$ se preia de la detectorul de raport al receptorului (care furnizează și tensiunea de *AF*) și se aplică diodei varicap prin filtrul R_{314}, C_{315}.

În principiu ar fi de dorit ca acest filtru să aibă constanta de timp mică, pentru a răspunde prompt la price abatere de frecvență din receptor; avînd în vedere însă, că în gama de *UUS* chiar semnalul util de *AF* este transmis prin *MF*, deci prin variație de frecvență, este de dorit ca filtrul să nu lase să treacă semnale de *AF*, deci să aibă constanta de timp destul de mare față de perioada maximă a semnalului de *AF*; practic, se adoptă o constantă de timp de maximum 0,1 s ($T = R_{314}C_{315} = 0{,}01$ s).

S-au mai prevăzut, în afară de acest filtru, încă altele două R_{305}, C_{306} și R_{105}, C_{118} cu următoarele constante de timp:

$$T_1 = R_{305}C_{306} = 0{,}047 \text{ s.}$$

$$T_2 = R_{105}C_{118} = 0{,}047 \text{ ms.}$$

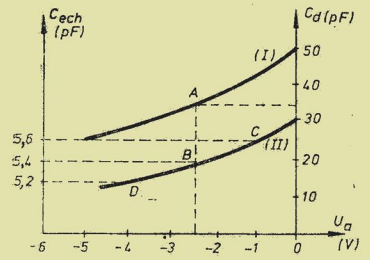


Fig. 10.16. Dependența de tensiune a capacității diodei varicap.

Sistemul *CAF* aplică la dioda varicap o tensiune de polarizare fie pozitivă, fie negativă, după sensul erorii de frecvență. Întrucît dioda varicap trebuie să lucreze tot timpul numai în domeniul polarizărilor inverse, i se aplică o polarizare inițială inversă, de cîțiva V, mai mare decît U_{CAF}; în schema din planșa 1 această polarizare are mărimea de $-2{,}3$ V ($-8{,}2$V $+ +5{,}9$ V $= -2{,}3$ V). Punctului inițial de funcționare al diodei varicap aflat la $-2{,}3$ V îi corespunde o capacitate C_d (curba *I* din fig. 10.16, punctul *A*) de circa 27 pF și o capacitate echivalentă C_{ech} (curba *II* din fig. 10.16, punctul *B*) aplicată efectiv la oscilator, de 5,4 pF. Pentru această situație oscilatorul este reglat să furnizeze frecvența f_h corect aliniată cu semnalul, așa încît eroarea de frecvență $\Delta f = f_{in} - f_{ir}$ și tensiunea U_{CAF} sînt practic nule.

Sistemul *CAF* funcționează astfel: dacă în mod incidental f_h crește față de valoarea corectă cu Δf se obține frecvența intermediară reală f_{ir} mai mare cu Δf decît cea nominală f_{in} și apare o eroare de frecvență inițială pozitivă $+\Delta f_1 = \Delta f$ care se aplică la detectorul de frecvență. La ieșirea detectorului se obține (punctul *Q* de pe curba din fig. 10.17) o tensiune pozitivă $+U_{CAF}$ care, aplicîndu-se la dioda varicap, reduce tensiunea de polarizare inversă a acesteia, așa încît capacitatea echivalentă C_{ech} crește peste valoarea de 5,4 pF (de exemplu la 5,6 pF, punctul *C* de pe curba *II* din fig. 10.16), iar frecvența oscilatorului f_h scade; prin aceasta se transformă eroarea de frecvență Δf_1 într-o eroare reziduală Δf_r mult mai mică (punctul *P* din fig. 10.17).

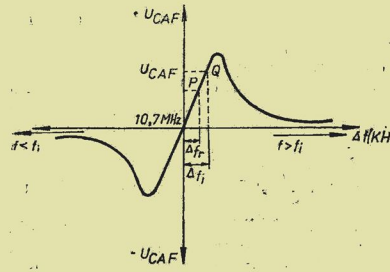


Fig. 10.17. Caracteristica de reglaj a sistemului de *CAF*.

Prin apăsarea clapei *CAF* se introduce în circuit (se deschid contactele *1—2*) rezistența R_{306} pe care se culege diferența de potențial ce apare între capetele ei, datorită acordului incorect.

Această diferență se transmite în continuare pe catodul diodei D_1 determinînd modificarea frecvenței oscilatorului. Cînd oscilatorul determină o valoare corectă a oscilațiilor, frecvența intermediară revine la valoarea de 10,7 MHz și tensiunea de dezacord dispare.

Sistemul *CAF* poate funcționa și fără prezența clapei, adică cu R_{306} conectat permanent în circuit. În acest caz însă, dacă postul pe care îl ascultăm este slab și se află în vecinătatea unui post puternic, atunci oscilatorul va fi determinat să-și modifice frecvența așa încît acordul se va deplasa pe postul puternic. În această situație ar fi necesar să nu funcționeze *CAF*-ul, deci R_{306} să fie șuntată.

Din acest considerent s-a prevăzut posibilitatea conectării sau deconectării *CAF*-ului prin introducerea clapei corespunzătoare.

ÎNTREBARE. Care este soluția adoptată pentru *CAF* pe gama de *UUS* a combinei *STEREOSON*?

RĂSPUNS. Din schema electrică a combinei prezentată în planșa 2 se poate observa cu ușurință că soluția adoptată pentru sistemul de *CAF* este similară celei de la *rr BUCUR*. Ca dispozitiv de reglaj al frecvenței circuitului oscilant L_{104} C_{111}, C_{T102} și C_{T102} al oscilatorului local, este utilizată dioda varicap D_{103} (*BB 139*) în serie cu C_{113}. Tensiunea de comandă, preluată de la punctul median al rezistențelor R_{221}, R_{222} ale detectorului de raport este filtrată de grupurile R_{227}, C_{228}, R_{228}, C_{229}, R_{104}, C_{114} și aplicată diodei D_1.

ÎNTREBARE. Care sînt avantajele și dezavantajele sistemelor de *CAF* cu diodă varicap?

RĂSPUNS. În radioreceptoarele de calitate medie și bună sistemul de *CAF* cu diodă varicap este cel mai folosit, datorită avantajelor sale:

— simplitate constructivă;

— greutate și dimensiuni reduse;

— tensiunea de comandă furnizată de discriminator este suficientă pentru comanda diodei varicap;

— reglajul automat este practic fără inerție;

— eroarea de frecvență reziduală este satisfăcătoare (200—500 Hz în gamele cu *MA* și 10—40 kHz în gama de *UUS*).

Ca dezavantaje ale sistemului se pot cita următoarele:

— capacitatea diodei varicap depinde substanțial de temperatură și de tensiunea de alimentare;

— sistemul *CAF* corectează numai fuga frecvenței *OL*, dar nu și dezacordul circuitelor de *RF*, care poate exista în permanență, introducînd distorsiuni suplimentare și atenuări;

— sistemul *CAF* nu efectuează corecția totală de frecvență, ci funcționează în regim dinamic cu o eroare reziduală de frecvență;

— sistemul *CAF* cu diodă varicap are banda de reglaj limitată;

— sistemul *CAF* practic nu poate asigura acordul pe un post slab, vecin ca frecvență cu un post puternic;

— sistemul *CAF* nu păstrează acordul de post în cazul fenomenului de „fading", care-l scoate din banda de prindere.

ÎNTREBARE. Care este soluția adoptată pentru *CAF* în radioreceptoarele de înaltă calitate?

RĂSPUNS. Pe lîngă soluțiile ultramoderne prezentate în cadrul capitolului 15, este utilă de amintit soluția sistemului de *CAF* electromecanic care, aplicată la unele radioreceptoare de înaltă calitate, înlătură în bună parte dezavantajele sistemului cu diodă varicap. În acest caz, tensiunea de *CAF* comandă învîrtirea unui motor electric solidar cu axul rotoarelor condensatoarelor variabile de acord ale radioreceptorului; rotirea are loc pînă cînd eroarea de acord devine atît de mică, încît tensiunea de reglaj U_{CAF} rezultată la ieșirea detectorului de eroare este insuficientă pentru a mai acționa motorul.

Sistemul electromecanic corectează atît alunecările de frecvență ale *OL*, cît și dezacordul circuitelor de *RF*, are o bună siguranță în funcționare, este stabil cu temperatura, are benzi de prindere și de menținere mai mari, iar eroarea reziduală este mult redusă (100 Hz pentru gamele cu *MA* și 10 kHz pentru gama de *UUS*). Ca dezavantaje ale sistemului, menționăm aspectul său mai complex, costul mai ridicat și inerția mai mare.

ÎNTREBARE. Care este rolul sistemului de reglaj automat al selectivității?

RĂSPUNS. Pe lîngă dispozitivul de reglaj manual al selectivității (v. cap. 10, paragraful A 1), uneori se introduce în radioreceptoarele de performanță și reglajul automat al selectivității (al benzii de trecere) *RAB*, cu ajutorul căruia banda de trecere a *rr* se lărgește automat la recepția posturilor puternice și se îngustează la recepția celor mai slabe.

Sistemul de *RAB* acționează asupra benzii blocului *AFI* din radioreceptor și este format din două părți principale (fig. 10.18):

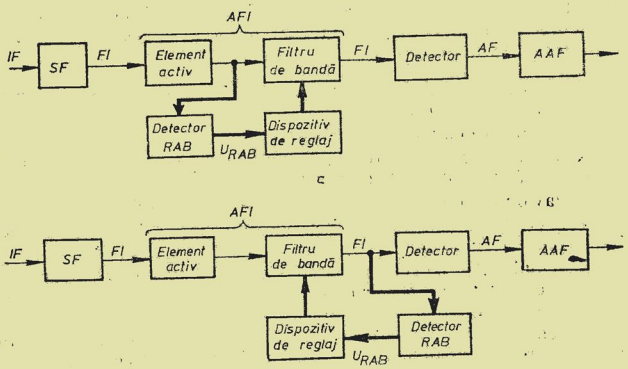


Fig. 10.18. Sisteme de *RAB*:
a — cu acționare înainte; *b* — cu acționare înapoi.

— *dispozitivul de reglaj al benzii*, conectat la unul din filtrele de bandă din amplificatorul de *FI* și avînd posibilitatea de a modifica banda de trecere a filtrului;

— *detectorul de RAB* care, primind de la intrare tensiunea de semnal de *FI*, furnizează la ieşire o tensiune de c. c. de reglaj (U_{RAB} proporţională cu mărimea semnalului crecepţionat), care se aplică dispozitivului de reglaj.

Sistemul de *RAB* poate funcţiona cu acţionare înainte (fig. 10.18, *a*) sau înapoi (fig. 10.18, *b*), fiind utilizat numai în radioreceptoarele de bună calitate, impunîndu-se ca unul din etajele de *FI* să funcţioneze cu reacţie negativă, comandată de tensiunea de *RAB*. Astfel, se poate acţiona automat asupra benzii de trecere a filtrului de bandă, prin variaţia rezistenţei de amortizare introdusă în circuit.

ÎNTREBARE. Ce reprezintă şi care este utilitatea sistemului de acord automat al radioreceptoarelor?

RĂSPUNS. La radioreceptoarele de bună calitate sau la cele utilizate pe autovehicole este util să se dispună de un dispozitiv de acord automat, cu ajutorul căruia, printr-o simplă apăsare (atingere) pe o clapă (buton, senzor) să se realizeze recepţia unei anumite staţii de radiodifuziune. Dintre soluţiile adoptate de-a lungul evoluţiei radioreceptoarelor menţionăm:

— *soluţia mecanică*, realizată prin sisteme de pîrghii şi came care transmit la apăsarea clapei o comandă de rotire a axului condensatoarelor variabile în poziţia dorită; soluţia este greoaie şi la trecerea acordului peste posturi apar zgomote supărătoare;

— *soluţia electromecanică* realizează acordul prin rotirea axului condensatoarelor variabile cu ajutorul unui motor electric, pînă la poziţia corespunzătoare postului dorit; soluţia menţine aceleaşi dezavantaje ca şi cea mecanică;

— *soluţia electronică cu circuite acordate prereglate*; la apăsarea clapei sînt deconectate circuitele folosite pentru acordul manual, fiind conectate circuite prereglate pe frecvenţa staţiei dorite; soluţia este complicată, fiind necesar cîte un set de circuite oscilante prereglate pentru fiecare post;

— *soluţia electronică a acordului cu diode varicap*; prin acest sistem de acord ce elimină condensatoarele variabile, la apăsarea clapei se transmit diodelor varicap tensiuni prereglate la mărimile pentru care capacităţile acestora asigură acordul pe postul dorit.

Ultima soluţie este aplicată la radioreceptoarele moderne, fiind relativ simplă şi eficace. În plus, este util ca radioreceptoarele echipate cu sisteme de acord automat pe post să fie prevăzute şi cu un sistem de *CAF* care să asigure acordul exact pe post, corectînd astfel eventualele dereglaje sau defecţiuni de prereglare din circuitele de acord automat.

Ca o variantă modernă a sistemelor de acord automat pe post, în capitolul 15, figura 15.2 este prezentată o schemă electrică de principiu a unui sistem de acord manual pe *UUS* combinat cu acord fix pe trei posturi, echipată cu circuitul integrat *SAS 560 S* (taster senzorial).

ÎNTREBARE. Cum se realizează „acordul liniştit" la radioreceptoare?

RĂSPUNS. Radioreceptoarele cu sensibilitate mare prezintă inconvenientul că, atunci cînd se trece cu acordul variabil de la un post la altul, în intervalul dintre posturi cresc foarte mult — datorită sistemului de *RAA* — zgomotele şi paraziţii în difuzor.

În vederea realizării *acordului liniştit* (*acord silenţios*, *muting*, *squelch*) pe programul postului dorit, s-au realizat dispozitive automate care suprimă sau reduc audiţia atunci cînd nivelul semnalului la intrarea radio-

receptorului scade sub un anumit nivel. După soluția tehnică adoptată, există mai multe variante de realizare a acordului liniștit și anume :

— aplicarea la demodulatorul radioreceptorului a unei tensiuni de polarizare inverse, care suprimă funcționarea acestuia pentru tensiuni mici de semnal ; demodulatorul, cu prag, intră în funcțiune numai pentru semnale suficient de mari pentru care se deblochează funcționarea sa, variația tensiunii de la ieșirea sa, deci intensitatea audiției, în funcție de intensitatea semnalului U_{in} de la intrarea radioreceptorului avînd alura din figura 10.19.

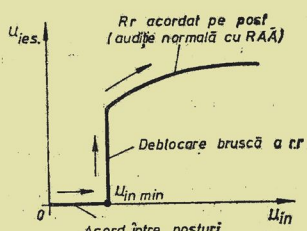


Fig. 10.19. Caracteristica de reglaj a sistemului de *muting*.

— aplicarea căii de amplificare în *AF* a unei tensiuni de c.c. de blocare, furnizată de un amplificator de c.c. al tensiunii de *RAA* proporționale cu semnalul de la intrarea radioreceptorului (fig. 10.20) ; cînd tensiunea scade sub o anumită limită, care definește pragul de acționare a unui circuit de *tip basculă*, dispozitivul blochează calea de *AF* ; sistemul modern de *muting* este prezentat în capitolul 15 unde, în figura 15.1, este indicată și o schemă electrică de principiu ;

— îngustarea bruscă, automată, a benzii de trecere a amplificatorului de *AF* (deci reducerea intensității audiției) ori de cîte ori semnalul de la intrare scade sub un anumit nivel.

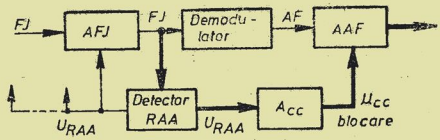


Fig. 10.20. Schema bloc a sistemului de *muting* cu amplificator de c.c. și blocare a căii de *AF*.

Indiferent de soluția constructivă aleasă, în ultimii ani dispozitivul de *acord liniștit (muting)* a început să fie tot mai frecvent aplicat la recepția semnalelor din gama de *UUS*, pentru a se elimina creșterea exagerată a zgomotelor și a paraziților ce apar cînd acordul variabil al radioreceptorului se găsește între posturi, sau cînd postul recepționat este slab.

B. LUCRĂRI PRACTICE DE DEPANARE A SISTEMELOR DE COMANDĂ, DE REGLAJ ȘI DE AFIȘARE

Întrucît marea majoritate a sistemelor de comandă, de reglaj și de afișare sînt încorporate funcțional în schema (structura) etajelor analizate în cadrul capitolelor 5—9, ne vom limita în continuare, cu trimiterile de rigoare, la analiza unor defecțiuni, sau la unele verificări ale acestor sisteme, netratate anterior, sau cu totul specifice. De asemenea, avînd

în vedere numărul mare al sistemelor de comandă, de reglaj și de afișare utilizate în radioreceptoare, vom analiza numai defecțiuni mai complexe, care afectează principalele performanțe ale radioreceptoarelor, fără a mai prezenta defecțiunile simple, identificabile organoleptic direct (de exemplu întrerupător *P/O* defect, indicator de acord sau al modului de lucru *mono-stereo* ars, mecanism de rotire a antenei de ferită defect, butoane sau clape blocate etc.).

1. SIMPTOME, CAUZE ȘI DEFECȚIUNI

Apariția unei defecțiuni în circuitele și dispozitivele sistemelor de comandă, de reglaj și de afișare este în general corelată cu alterarea unor performanțe ale radioreceptoarelor, sau cu scăderea (pierderea) unor facilități ale acestora, delimitarea simptomelor și a cauzei acestora fiind în general îngreunată de întrepătrunderea sistemelor manuale sau automate în etajele radioreceptorului.

Principalele simptome care apar la defectarea sistemelor de comandă, de reglaj și de afișare sînt următoarele :

— *lipsa audiției* (v. cap. 5, paragraful C3 și cap. 6, paragraful B1a) ;

— *radioreceptorul nu funcționează pe gama de UUS sau pe gamele cu MA* (v. cap. 5, paragrafele C4 și C5) ;

— *radioreceptorul nu funcționează pe unele game MA* (v. cap. 5, paragraful C6 și cap. 6, paragraful B1d) ;

— *audiție intermitentă* ;

— *audiție slabă pe toate posturile* ;

— *audiție puternic distorsionată* (v. cap. 5, paragraful C10 și cap. 8, paragraful B1e) ;

— *audiție perturbată de oscilații, zgomote puternice* (v. cap. 5, paragraful C13, cap. 6, paragraful B1f, cap. 7, paragraful B1e și cap. 9 paragraful B1g) ;

— *acroșaj pe un post apropiat* (v. cap. 8, paragraful B1d) ;

— *audiție deformată pe posturi apropiate* (v. cap. 7, paragraful B1d) ;

— *audiție instabilă cu „fuga" postului* ;

— *audiție cu pocnituri intermitente* ;

— *indicatorul stereo nu lucrează la audiția stereofonică* (v. cap. 8, paragraful B1e) ;

— *defecțiuni mecanice ale organelor de comandă.*

La o parte din simptomele enumerate se va răspunde pentru fiecare situație în parte, la următoarele întrebări :

1) *Cum se identifică simptomul ?*

2) *Ce performanțe ale radioreceptorului sînt afectate ?*

3) *Care sînt principalele cauze posibile de defectare ?*

4) *Care sînt căile, metodele de localizare și aparatele utilizate de depanator ?*

a. Audiție intermitentă

Răspunsuri

1) Pe parcursul audiției programului radiodifuzat, pe toate gamele sau numai pe unele game, apar întreruperi aleatorii ale audiției, sau variații accidentale ale intensității sau timbrului acesteia.

2) În general, performanţele radioreceptorului nu sînt afectate, dar calitatea audiţiei este compromisă.

3) Principalele componente care pot fi suspectate de defectare sînt următoarele :

— *potenţiometrul de volum, potenţiometrele de ton* sau *potenţiometrul de balans* (dacă există, sînt uzate, au pista murdară sau cu întreruperi, contacte imperfecte) ;

— *comutatorul gamelor de unde* (are contactele oxidate, murdare, arcurile slăbite sau deplasate de o intervenţie necalificată) ;

— *dispozitivul de acord manual* (are întreruperi sau scurtcircuite la plăcile condensatorului variabil).

4) Prin verificarea organoleptică se poate depista rapid componenta defectă sau afectată, soluţia fiind curăţirea, remedierea mecanică sau înlocuirea ei.

b. Audiţie slabă pe toate posturile

Răspunsuri

1) Recepţia posturilor locale puternice este slabă, iar posturile mai slabe sau cele îndepărtate nu sînt recepţionate.

2) Performanţa afectată a radioreceptorului este sensibilitatea globală, uneori şi sensibilitatea limitată.

3) Cauzele principale care conduc la apariţia simptomului sînt :

— tensiunea de *RAA* exagerat de mare, ceea ce determină scăderea substanţială a amplificării globale a lanţului de semnal în special în etajele de *FI* ;

— reacţia negativă excesivă în etajele de *AAF*.

4) Pentru verificarea comportării circuitelor de *RAA* şi a valorii tensiunii de comandă a *RAA* este necesară măsurarea cu un voltmetru de c.c. la ieşirea din demodulator, după circuitele de filtraj a tensiunii de *RAA* (v. cap. 8, subcap. A), sau în etajele comandate. Pentru cazul radioreceptorului *BUCUR*, prezentat în planşa 1, se vor verifica succesiv tensiunile în emitoarele tranzistoarelor T_{305}, T_{304} şi T_{302} pentru gamele de *MA*, respectiv tensiunile în baza tranzistorului T_1 pentru gama *UUS*, iar pentru combina *STEREOSON*, prezentată în planşa 2, se vor verifica succesiv polarizările tranzistoarelor T_{203} şi T_{204} pentru gamele de *MA*.

În cazul radiocasetofonului stereo portabil prezentat în planşa 3 şi figura 8.7, sistemul de *RAA* pentru gamele de unde *MA* este inclus în structura internă a circuitului integrat *TBA 570*, depanatorului fiindu-i accesibilă doar verificarea şi reglarea pragului de întîrziere al sistemului de *RAA* cu ajutorul rezistenţei conectate la pin *14* al circuitului integrat.

Pentru verificarea reacţiei negative în etajele de *AAF*, a cărei valoare excesivă reduce amplificarea acestora, se va proceda ca la cap. 9, subcap. B1f.

c. Audiţie instabilă cu „fuga" postului

Răspunsuri

1) Pe toate gamele de unde sau numai pe unele din ele, în funcţie de intensitatea posturilor recepţionate, apare „fuga" postului, audiţia să devenind instabilă, nesigură.

2) Pe lîngă afectarea fidelității recepției, apare instabilitatea etalonării scării radioreceptorului.

3) Principala cauză de defectare, care duce la apariția simptomului, este lipsa sau valoarea foarte redusă a tensiunii de comandă a *RAA*, datorită străpungerii sau pierderilor mari ale condensatoarelor de filtraj a tensiunii de *RAA*.

4) Localizarea rapidă a defecțiunii se face prin verificarea tensiunii de *RAA* cu un voltmetru de c.c., sau prin substituția condensatoarelor de filtraj al acesteia.

d. Audiție cu pocnituri intermitente

Identificarea simptomului, performanțele afectate, cauzele apariției defecțiunii și căile de remediere sînt similare celor prezentate la punctul *a*.

e. Defecțiuni mecanice la organele de comandă

Răspunsuri

1) Apariția defecțiunilor mecanice este semnalată organoleptic de blocarea sau tendința de blocare a butoanelor și clapelor, de comutarea nesigură cu o poziție instabilă, de lipsa revenirii sau a cuplării sistemelor de tastatură ale claviaturilor, de funcționarea necorespunzătoare a radioreceptorului față de comenzile date de sistemele de comandă și reglaj, de neconcordanța între scara sau sistemele de afișare și regimul de lucru etc.

2) În general sînt afectate facilitățile puse la dispoziția radioascultătorului, uneori performanțele sînt reduse, sau nu se asigură la nivelul impus de existența sistemelor de comandă, de reglare și de afișare, sau nu concordă funcționarea cu comanda transmisă.

3) Cauzele principale ale apariției simptoamelor sînt:

— *defecte mecanice* la *comutatorul de game de unde*, la *comutatorul de mod de lucru mono-stereo*, la *clapa CAF*, la *clapa PU* sau *MAG*, la *comutatorul registrului de ton*, la *comutatorul antenă exterioară-antenă de ferită*, survenite ca urmare a blocării acestora, comutării nesigure, neasigurării corespunzătoare a blocării sau revenirii, deformării componentelor metalice sau din mase plastice ca urmare a unor intervenții necalificate sau a suprasolicitărilor mecanice și termice, oxidării sau murdăririi contactelor, slăbirii sistemelor elastice de asigurare a contactelor;

— *defecte mecanice* la *dispozitivul de acord manual*, la *dispozitivul de rotire a antenei de ferită*, la *dispozitivul de reglaj manual al selectivității*, la *sistemele electromecanice de acord automat pe post* survenite ca urmare a dereglării sistemelor mecanice și electromecanice de transmitere a comenzilor.

4) Verificarea și localizarea defectului se face organoleptic, vizual prin examinarea sistemelor mecanice și cu ohmmetrul în cazul contactelor imperfecte. Cu excepția curățirii în unele cazuri a contactelor și a unor reglaje mecanice, se apelează în general la înlocuirea componentei defecte.

10.1. Care sînt posibilitățile și metodele de verificare și reparare a potențiometrelor?

Rezolvare. În afară de verificarea organoleptică în radioreceptorul aflat în funcțiune, la care se pot constata auditiv eventualele întreruperi și contacte imperfecte, se mai poate proceda astfel:

— se verifică succesiv cu ohmmetrul montat între cursor și unul din capete, valoarea și variația fără salturi a rezistenței potențiometrului;

— se conectează potențiometrul cu un capăt la antenă și cu cursorul la intrarea radioreceptorului în funcțiune, urmărindu-se dacă nu apar pocnituri sau pîrîituri în difuzor la variația poziției cursorului.

Contactul imperfect între cursor și platina cursorului, apărut ca urmare a murdăririi, se poate remedia prin spălarea cu alcool rafinat și apoi prin ungerea cu vaselină neutră, operație ce se recomandă a fi făcută și între bucșa și axul unui potențiometru rotativ. Este evident că această soluție se poate aplica numai în cazurile în care este posibilă demontarea potențiometrului. În celelalte cazuri, ca și în cele în care s-a uzat sau rupt știftul de contact, se apelează la înlocuirea componentei radioreceptorului.

6.2. Care este metodica de verificare și reparare a circuitelor logice din sistemul de afișare prezentat în figura 10.3?

Rezolvare. Structura circuitelor logice și regimul digital de funcționare reclamă din partea depanatorului cunoștințe de algebră binară și de convenții pentru nivelele de tensiuni corespunzătoare simbolurilor 1 și 0 în logica binară.

În cazul schemei circuitului de acord fin, echipat cu sistem digital de afișare, prezentat în figura 10.3, se impune lucrul în mai multe etape:

— **se verifică nivelele logice de intrare și ieșire,** prin măsurarea tensiunilor pentru 1 logic și 0 logic la ficcare bloc funcțional, respectiv $V_H = 2 \ldots 5$ V și $V_L = 0 \ldots 0{,}8$ V în cazul circuitelor din familia *TTL*;

— **se verifică funcționarea numărătorului,** aplicînd impulsuri izolate la intrare și se măsoară nivelele logice la ieșirile *A*, *B*, *C*, *D*. De exemplu, dacă se aplică cinci impulsuri la intrare, la ieșirile *A*, *B*, *C*, *D* trebuie să se obțină codul 0101 în cazul funcționării corecte, adică pe *B* și *D* avem tensiune ridicată V_H, iar pe ieșirile *A*, *C* tensiune scăzută V_L. Aceste verificări se fac pentru toate circuitele, urmărindu-se funcționarea corectă;

— **verificarea decodorului** constă în aplicarea de tensiuni corespunzătoare nivelelor logice pe ieșirile numărătorului *A*, *B*, *C*, *D*, care de fapt sînt intrările în decodor și în convertorul digital analogic și se măsoară tensiunile pe ieșirile $F_1 \ldots F_7$. Astfel, pentru afișarea cifrei 0 (combinația de cod 0000), trebuie să măsurăm tensiunea ridicată V_H pe ieșirile F_1, F_2, F_3, F_4, F_5, F_6. Pentru afișarea cifrei 5 (combinația de cod 0101), măsurăm tensiunea ridicată V_H la ieșirile F_1, F_2, F_4, F_5, F_7 și tensiunea scăzută V_L la ieșirile F_3 și F_6. Pentru celelalte cifre se procedează la fel;

— **verificarea convertorului digital-analogic** constă în aplicarea de nivele logice pe *A*, *B*, *C*, *D*, care sînt intrări în convertor și în măsurarea tensiunii de polarizare a diodei varicap pe rezistența de sarcină R_s. Pentru intrările $A = B = C = 0$ și $D = 1$ la o funcționare corectă se obține treapta cea mai mică de tensiune. Pentru combinația $A = B = D = 0$ și $C = 1$ trebuie să măsurăm o tensiune dublă față de cazul anterior. Treapta cea mai ridicată de tensiune pe R_s se obține pentru cifra 9, căreia îi corespunde combinația $A = D = 1$ și $B = C = 0$ (1001).

Capitolul 11

PROBLEME SPECIFICE RADIORECEPTOARELOR STEREOFONICE

Transmisia și recepția monofonică (cu un singur canal) a programelor radio, permite reproducerea satisfăcătoare la recepție a programului sonor original, fără însă a se reuși redarea reliefului sonor și a caracterului spațial, chiar dacă se folosesc mai multe microfoane la captarea programului emis, sau mai multe difuzoare la redarea celui recepționat.

Audierea directă, binaurală, a programelor sonore permite atît localizarea poziției relative în spațiu a diferitelor surse sonore, cît și sesizarea deplasării acestora. Aceste percepții se datoresc faptului că oscilațiile acustice care ajung la cele două urechi, deși provin de la aceleași surse sonore, au fază, intensitate și timbru diferite; de aceea, senzațiile obținute de cele două urechi nu sînt identice și, prin însumarea lor în sistemul receptiv uman, se obțin efectele descrise.

Stereofonia reprezintă *sistemul de transmisie capabil să reproducă la recepție programul sonor cu aproape aceleași calități ca în cazul audiției directe binaurale.* Astfel, redarea stereofonică permite localizarea direcției în care se află sursele sonore, asigurînd reconstituirea „tabloului sonor" (tabloul distribuției în spațiu a surselor sonore).

Orice sistem de radiodifuziune stereofonică va trebui să asigure îndeplinirea cel puțin a următoarelor condiții:

— *compatibilitate*, adică posibilitatea recepționării cu *rr* stereofonice, în condiții bune, atît a programelor stereofonice cît și a celor monofonice, precum și posibilitatea recepționării emisiunilor stereofonice cu ajutorul receptoarelor monofonice obișnuite, fără a se obține însă efectul stereofonic;

— *distorsiuni de orice natură* (neliniare, de fază etc.) *ale transmisiei, care să nu fie mai mari ca la transmisiile monofonice*;

— *identitate de funcționare a celor două canale atît la emisie cît și la recepție*, pentru a nu se modifica fazele și intensitățile relative ale semnalelor transmise, respectiv pentru a nu se denatura efectul stereofonic;

— *diafonie minimă între cele două canale*;

— *raport semnal/zgomot comparabil cu cel de la transmisiile monofonice.*

Pentru clarificarea noțiunilor de stereofonie și de redare stereofonică, să urmărim figura 11.1. Să presupunem că există numai microfonul *4*, amplificatorul *6* și difuzorul *8*. În acest caz, vom avea de a face cu o redare obișnuită, monofonică, sau pe scurt *mono*. Pentru a se elimina posibilitatea propagării directe a sunetului între sursa de semnal sonor și ascultători, se va considera izolat fonic spațiul unde se găsește microfonul, de spațiul unde se găsește ascultătorul.

Să considerăm că se mai introduce acum cel de-al doilea lanț microfon *5* — amplificator *7* — difuzor *9* și să plasăm succesiv sursa sonoră în pozițiile *1*, *2* sau *3*, iar pe ascultător la o distanță egală de ambele difuzoare, în planul de interferență (zona haşurată) a cîmpurilor sonore generate de ele.

Presupunem că inițial sursa sonoră se află în punctul *1*, astfel încît distanța dintre ea și microfonul *4* este evident mai mică decît distanța față de microfonul *5*, situație în care ascultătorul aproape că nu va auzi difuzorul *9*. Similar, plasînd sursa sonoră în punctul *3*, ascultătorul aproape că nu va auzi difuzorul *8*, iar plasînd sursa în *2*, ascultătorul va recepționa de la ambele difuzoare semnale cu aceeași intensitate, fază și frecvență. Aşadar, ascultătorul poate preciza relativ uşor locul sursei sonore față de cele două microfoane.

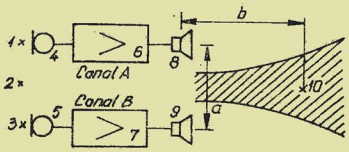


Fig. 11.1. Schema simplificată a sistemelor stereofonice:
1, 2, 3 – surse de semnal; *4, 5* – microfoane; *6, 7* – amplificatoare; *8, 9* – difuzoare; *10* – ascultător.

Pînă acum s-a considerat sursa de semnal sonor fixă în spațiu. Dacă se presupune că ea se deplasează paralel cu linia ce unește cele două microfoane, ascultătorul va fi capabil să sesizeze această deplasare după felul audiției asigurate de cele două difuzoare. Cu acest exemplu s-au ilustrat problemele de ansamblu ale stereofoniei, problema transmiterii și redării stereofonice prezentîndu-se mult mai complex.

În sistemul de radiodifuziune stereofonică, sistem utilizat și în țara noastră, s-au conceput în practică, în locul a două emițătoare și două receptoare (cîte un emițător și un receptor pentru fiecare canal) lanțuri de transmisie cu un singur emițător și cu un singur receptor. Pentru a se asigura o bună calitate a audiției, s-a adoptat modulația în frecvență (deci trasmisia în gama de *UUS*), fiind în același timp necesar ca lărgimea spectrului semnalelor *MF—stereo* să nu depășească mult pe cea a semnalelor *MF—mono*, pentru ca banda de trecere a radioreceptoarelor stereofonice să fie apropiată de banda de trecere a receptoarelor monofonice existente. Sistemul de radiodifuziune stereofonică utilizat pe larg, adoptat și la noi în țară, este cel cu subpurtătoare ***MA***, cu subpurtătoare suprimată și cu semnal pilot sau, pe scurt *sistemul cu semnal pilot*.

A. EMIȚĂTORUL STEREOFONIC

Fie în studioul stației de emisie cele două microfoane pe care le vom nota M_1 și M_2. Vom nota cu A și B semnalele de audiofrecvență pe care le captează cele două microfoane.

În scopul realizării compatibilității, prin canale nu se transmit chiar semnalele A și B, ci combinații ale acestora. Semnalul obținut din aceste combinații se numește *semnal multiplex cu frecvență pilot*. Spectrul acestui semnal este redat în figura 8.18.

●Pentru a vedea cum se obține semnalul multiplex să urmărim schema bloc simplificată a emițătorului stereofonic redată în figura 11.2.

Semnalele A și B se introduc, după ce au fost captate de cele două microfoane, într-un dispozitiv de adunare și scădere DAS, dispozitiv în care are loc adunarea și scăderea electrică a celor două semnale de audiofrecvență. Se obține un semnal sumă $(A + B)$ și un semnal diferență $(A - B)$. Semnalul sumă $(A + B)$ se introduce direct într-un submodulator SM. El va fi o parte componentă a viitorului semnal multiplex

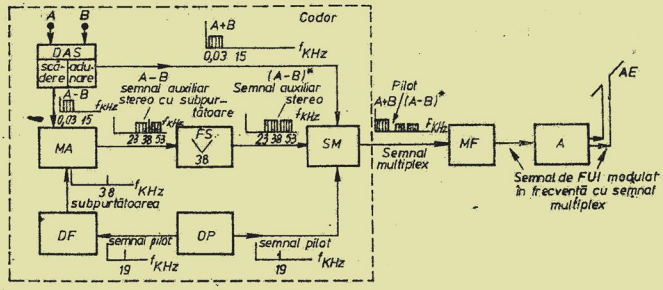


Fig. 11.2 Schema bloc simplificată a emițătorului stereofonic.

stereo. Semnalul diferență $(A - B)$ are același spectru de frecvență ca și semnalul $(A + B)$. Este necesar ca semnalul $(A - B)$ să fie transmis prin același emițător, adică să moduleze aceeași purtătoare ca și semnalul $(A + B)$.

De aceea, spectrul său de frecvență se translatează deasupra spectrului de audiofrecvență, în domeniul ultrasonor, efectuînd în modulatorul de amplitudine MA o modulare de amplitudine a undei subpurtătoarei de 30 kHz. Această subpurtătoare se obține prin dublarea frecvenței DF a semnalului pilot generat de oscilatorul pilot OP.

La ieșirea modulatorului se obține subpurtătoarea de 38 kHz și două rînduri de benzi laterale ce sînt cuprinse în intervalele 23—38 kHz și 38—53 kHz. Filtrul FS are rolul de a efectua rejecția subpurtătoarei de 38 kHz, la ieșirea lui obținîndu-se semnalul auxiliar stereo fără subpurtătoare, conținînd de fapt numai semnalul diferență sub formă de benzi laterale și notat cu $(A - B)$ *. Acest semnal se aplică tot la submodulatorul SM. Semnalul pilot obținut de la oscilatorul pilot OP se aplică și el la submodulatorul SM. La ieșirea submodulatorului, prin combinarea spectrelor introduse, se obține semnalul multiplex.

Semnalul multiplex astfel obținut va modifica în frecvență unda purtătoare principală în modulatorul principal al stației de emisie MF, după care semnalul modulat este amplificat A și aplicat antenei de emisie AE.

● **Cele trei componente principale ale semnalului multiplex stereo** sînt:

— *semnalul sumă* $(A + B)$ reprezintă informația principală de intensitate asupra audiției; acest semnal are același caracter ca și semnalul sumă obținut în radiodifuziune mono prin însumarea semnalelor de la microfoane. Din aceste considerente, semnalul sumă va putea fi recepțio-

nat cu receptoarele *MF* obișnuite. În acest fel se asigură îndeplinirea condiției de compatibilitate, despre care s-a vorbit în primul paragraf;

— *semnalul auxiliar stereo* $(A - B)^*$ conține sub formă de benzi laterale informația suplimentară stereo privind distribuția spațială a intensității. Acest semnal poate fi recepționat numai de radioreceptoarele stereofonice. Semnalele $(A + B)$ și $(A - B)$ * reprezintă informațiile cu ajutorul cărora se obține la recepție efectul de stereofonie;

— *semnalul pilot* de 19 kHz servește la refacerea la recepție a subpurtătoarei de 38 kHz. Această subpurtătoare este necesară pentru a efectua demodularea semnalului auxiliar stereo $(A - B)^*$ în vederea obținerii din aceasta a semnalului diferență $(A - B)$.

B. RECEPTORUL STEREOFONIC

Din elementele radioreceptorului stereofonic complet, ne vom referi în continuare numai la acele etaje care participă la recepționarea și redarea emisiunilor stereofonice și anume:

— tunerul *MF* stereo care cuprinde blocurile de *UUS—MF*, *AFI* a semnalelor *MF*, demodulatorul *MF* și decodorul stereo;

— amplificatorul stereo de *AF*.

Pe lîngă aceste blocuri funcționale, prezentate în figura 11.3, mai amintim de dispozitivele și circuitele de reglare automată sau manuală analizate în capitolul 10, subcapitolul A.

● **Blocul de UUS** este realizat astfel încît să poată asigura un factor de zgomot mic, respectiv un raport *semnal/zgomot* mare. Oscilatorul schimbătorului de frecvență se realizează separat, în scopul obținerii unei tensiuni

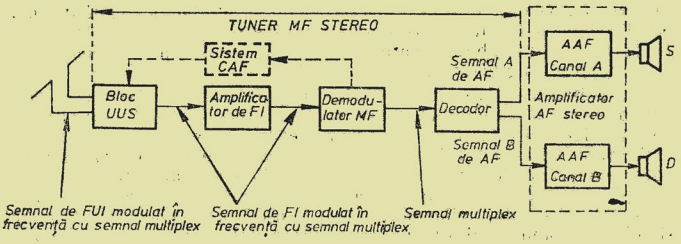


Fig. 11.3. Schema bloc cu etapele specifice căii stereo a unui radioreceptor.

de oscilator mai constante și unei pante de conversie cît mai mare, cît mai constantă. Stabilitatea frecvenței oscilatorului va trebui să fie cît mai mare, astfel încît să se poată elimina dezacordurile care măresc diafonia între canale. În acest scop, în toate receptoarele stereofonice se introduce dispozitivul de *CAF* (control automat al frecvenței). Banda de trecere totală a blocului de *UUS* se realizează mult mai mică decît la receptoarele mono, pentru a se reduce posibilitatea de producere a interferențelor.

Blocul *UUS* este echipat cu tranzistoarele *BF 215* (T_1) și *BF 214* (T_2), conform schemei prezentate în planșa 1.

Antena dipol interioară, figurată pe schemă la bornele *recepție depărtată*, este cuplată la emitorul primului tranzistor amplificator de *FIF* prin intermediul bobinei *401*, tranzistorul fiind conectat în montaj cu baza comună. Polarizarea bazei se face prin aplicarea unei tensiuni de polaritate negativă, obținută prin redresarea monoalternanță a tensiunii alternative de rețea, filtrată cu condensatorul C_{507} (470 μF) și stabilizată cu dioda Zener D_{502} (*PL 12Z*) și dioda D_{501} (*DR D3*), la care se adaugă o tensiune pozitivă rezultată din redresarea cu ajutorul diodei D_{301} (*EFD 110*) a tensiunii semnalului de frecvență intermediară (10,7 MHz), preluată din colectorul tranzistorului T_{301} (*BF 214*) prin condensatorul C_{308} (33 pF). Tensiunea rezultată prin însumare realizează comanda în bază a tranzistorului T_1, efectuîndu-se astfel reglajul automat al sensibilității, prin care se micșorează amplificarea etajului la semnale puternice.

Semnalul de *FIF* amplificat se aplică etajului următor, echipat cu tranzistorul T_2 de tipul *BF 214* în montaj cu baza comună, care îndeplinește funcția de mixer-convertor.

Polarizarea bazei lui T_2 se face cu ajutorul unei tensiuni continue de polaritate negativă. În emitorul tranzistorului T_2 se aplică atît tensiunea de *FIF*, cît și tensiunea de oscilator prin condensatorul C_{112} (2,2p F). Pentru evitarea abaterii frecvenței oscilatorului în timpul funcționării radioreceptorului, abatere care se datorește dispersiei parametrilor elementelor componente și variației temperaturii mediului ambiant, s-a folosit o diodă varicap D_1 de tipul *BB 139*, realizîndu-se astfel controlul automat al frecvenței (*CAF*). Tensiunea de *CAF* este rezultatul însumării unor tensiuni continue, de **polaritate negativă, cu o tensiune de semnal** preluată după demodulare.

Acordul pe frecvența dorită se face din butonul de acord, variind capacitatea condensatoarelor C_{107} din amplificatorul de *FIF* și C_{117}, care determină frecvența oscilatorului, ambele avînd valori cuprinse între 6—24 pF.

● **Amplificatorul de FI—MF** va trebuie să aibă distorsiuni de frecvență și de fază cît mai mici, pentru a se evita producerea diafoniei. Pentru a se realiza o atenuare cît mai mare a modulației parazite de amplitudine a semnalului, ultimul etaj amplificator de *FI—MF* funcționează și ca limitator de amplitudine, cu o constantă de timp de ordinul microsecundelor, datorită frecvențelor mari de modulație.

Semnalul de 10,7 MHz, de frecvență intermediară *MF*, obținut în colectorul tranzistorului T_2, este aplicat etajelor amplificatoare de *FI—MF* echipate cu tranzistoare de tipul *BF 214*.

● **Demodulatorul de semnal MF** trebuie să fie astfel realizat, încît să aibă distorsiuni de neliniaritate și de frecvență cît mai mici, pentru a nu se mări diafonia. Din acest motiv se caută realizarea unei caracteristici liniare într-un interval foarte mare de deviații de frecvență, de ordinul a 400—600 kHz. În cazul *rr BUCUR*, demodulatorul este de tipul *detector de raport* (v. planșa 1) echipat cu diodele D_{305} și D_{306} de tipul *EFD 115*. După demodulare, semnalul este aplicat decodorului stereo, unde are loc etapa a doua a procesului de demodulare — decodarea semnalului multiplex, dar această etapă există numai în cazul în care semnalul recepționat este stereofonic (v. cap. 8).

● **Amplificatoarele de AF** sînt identice, fiecare avînd dispozitivele sale de reglare a volumului, a tonurilor și de redare, trebuind să satisfacă cerințele prezentate în capitolul 9.

Pe parcursul lucrării au fost prezentate unele probleme ale radioreceptoarelor stereofonice referitoare la schema bloc (v. cap. 1), demodulare și decodare stereo (v. cap. 8), amplificare de *AF* (v. cap. 9), sau vor fi prezentate în capitolul 14 (elemente de stereofonie, trifonie și cuadrofonie). De asemenea, pe lîngă elementele schemei radioreceptorului *BUCUR* prezentate în acest capitol, în cadrul celorlalte capitole s-au descris etajele specifice părții stereofonice ale combinei *CMS — 1* (v. planșa 2) și ale radiocasetofonului stereo (v. planșa 3).

● Reamintind prezentarea detaliilor funcționale ale reglajului manual al balansului, indicatorului modului de recepție *mono/stereo* și comutatorului manual *mono/stereo* (în capitolul 10), să ne oprim puțin asupra **sistemului de comutare automată mono/stereo utilizat în cadrul decodorului stereo din schema radioreceptorului *BUCUR*,** prezentată în planșa 1.

Pentru sistemul de comutare automată și, totodată, de indicare a modului de funcționare, se utilizează un trigger Schmidt echipat cu tranzistoarele T_{703} și T_{704}. În absența emisiunii stereofonice, tranzistorul T_{703} este deschis și tensiunea de pe colectorul său scade foarte mult, ajungînd la circa 0,15 V. Polarizarea tranzistorului amplificator de subpurtătoare T_{702}, aplicată de la colectorul lui T_{703} prin rezistența R_{714}, este redusă și menține blocată calea de amplificare. În acest timp este blocat și tranzistorul T_{704}, respectiv este atins indicatorul luminos al emisiunilor stereo.

În momentul cînd radioreceptorul este acordat pe un post cu emisiune stereofonică, deci cînd există semnalul pilot de 19 kHz, la ieșirea dublorului de frecvență $D_{701} - D_{702}$ apare o tensiune negativă care, prin dioda D_{703}, se aplică pe baza tranzistorului T_{703}, conducîndu-l spre blocare, ceea ce înseamnă că tranzistorul T_{704} va intra în conducție, aprinzînd-se și indicatorul luminos al emisiunilor stereofonice. Tranzistorul T_{703} fiind blocat, tensiunea sa de colector crește la 6,5 V, ceea ce determină prin R_{714} deschiderea amplificatorului de subpurtătoare, echipat cu T_{702}, permițînd recepția programului stereofonic.

Comutarea automată *mono/stereo* poate avea loc numai în condițiile unui semnal stereo recepționat, suficient de mare. Acest lucru este realizat prin condiționarea comutării triggerului Schmidt, respectiv de scăderea tensiunii de la intrarea la borna *3* la o valoare de circa 1,6 V (pragul este reglabil din rezistența R_{711}). Dacă emisiunea stereofonică recepționată este stabilă (indicatorul luminos nu se aprinde aleator), se poate acționa clapa *stereo* care separă cele două canale *AAF* (drept și stîng), preluînd și amplificînd separat semnalele *A*, respectiv *B*, obținute după decodarea semnalului multiplex stereo.

Defecțiunile specifice etajelor caracteristice radioreceptoarelor stereofonice au fost analizate în cadrul lucrărilor practice prezentate în capitolele 6—10, indicîndu-se și metode de reglaj sau de aliniere, corespunzătoare etajelor respective.

Pentru elementele analizate în cadrul acestui capitol, ne vom limita la descrierea reglajului circuitului de comutare automată *mono/stereo*. Operațiunile de reglaj se reduc la măsurarea și reglarea tensiunii de comandă a triggerului Schmidt, echipat cu tranzistoarele T_{703} și T_{704} (v. planșa 1). Această tensiune de comandă trebuie să aibă o valoare de 1,6 V (măsurată la contactul *3* al conectorului și la contactul *2* al conectorului masă) și este reglată cu ajutorul rezistenței semireglabile R_{711}.

Capitolul 12

ETAJELE DE ELECTROALIMENTARE ALE RADIORECEPTOARELOR

Echipamentele electronice în general şi radioreceptoarele (*rr*) în particular necesită o sursă de energie pentru alimentarea în curent continuu. Aceasta poate fi asigurată de o sursă chimică (baterii galvanice, acumulatoare), de un redresor sau de o sursă mixtă. Prin **redresor** se înţelege *un circuit electronic capabil să transforme energia electrică de curent alternativ în energie electrică de curent continuu.*

Sursele de energie pentru electroalimentare pot fi încorporate în *rr* (baterii la *rr* portabile, redresorul la *rr* staţionare sau mixte), sau pot fi externe (alimentator stabilizat extern pentru *rr* portabile, bateria autovehiculului pentru *rr* auto) în funcţie de soluţia aleasă de producător. În toate cazurile, sursele de alimentare trebuie să asigure tensiunile la valorile prescrise de producător pentru aparatul respectiv şi o energie suficientă pentru menţinerea în limitele normale a performanţelor *rr*.

A. PROBLEME SPECIFICE ETAJELOR DE ALIMENTARE

ÎNTREBARE. Cum se asigură alimentarea *rr* portabile de puteri mici şi mijlocii?

RĂSPUNS. Pentru alimentarea *rr* portabile cu puteri mici (0,1—0,3W) şi mijlocii (0,5—1 W) la ieşire, bateriile galvanice uscate sau acumulatoarele reîncărcabile (capsule Cd-Ni etc.) asigură o funcţionare normală. La scăderea tensiunii de alimentare prin descărcarea bateriei, performanţele *rr* scad simţitor. Astfel, puterea de ieşire scade pătratic, iar sensibilitatea scade cu 6—15 dB la o scădere a tensiunii cu 33%.

În cazul acumulatoarelor reîncărcabile, se poate asigura, prin reîncărcarea lor cu alimentatoare speciale, utilizarea repetată la nivelul numărului maxim admis de cicluri.

Scăderea tensiunii de alimentare influenţează însă cel mai mult stabilitatea de frecvenţă a oscilatorului local şi stabilitatea generală a amplificării de *FI*. De aceea, pentru a se preîntîmpina dezacordul *rr*, deriva frecvenţei oscilatorului local şi instabilitatea etajelor de *FI* datorită subneutrodinării, se iau măsuri speciale de stabilizare a tensiunii de alimentare a etajelor de *FI*, *IF* şi *UUS* (la un consum general de circa 5—10 mA). În figura 12.1 sînt prezentate două scheme de stabilizare a tensiunii de alimentare a etajelor respective, care le asigură regimul normal de funcţio-

nare, chiar pentru o scădere substanțială a tensiunii bateriilor. Utilizînd prima variantă pentru polarizarea bazelor și a doua pentru alimentarea colectoarelor tranzistoarelor din partea de *FI*, *IF* și *UUS*, scăderea treptată a tensiunii bateriilor nu afectează practic sensibilitatea, selectivitatea și stabilitatea *rr*.

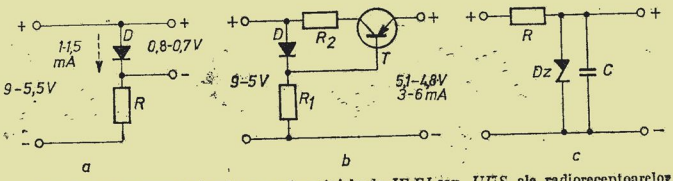


Fig. 12.1. Stabilizatoare de tensiune pentru etajele de *IF*, *FI* sau *UUS* ale radioreceptoarelor alimentate la baterii.

ÎNTREBARE. Care sînt elementele blocului de electroalimentare a *rr* staționare și condițiile impuse acestora?

RĂSPUNS. Elementele (etajele) ce formează blocul de electroalimentare trebuie să îndeplinească o serie de condiții generale și anume: cu o schemă simplă să asigure tensiunile de alimentare necesare de la rețeaua de 220 V~ (uneori și 120 V~), să aibă o bună stabilitate și siguranță în funcționare, un randament bun, o greutate cît mai mică și un volum cît mai redus. Etajele trebuie să asigure un factor de ondulație în limitele admisibile al tensiunii de alimentare și să prezinte o rezistență internă cît mai mică, pentru a se evita cuplajele parazite între etajele *rr* care produc instabilități în funcționare.

Principalele etaje ale blocului de alimentare al *rr* cu tranzistoare sau cu circuite integrate sînt: un cuadripol de adaptare cu rețeaua de curent alternativ (în general un transformator), unul sau mai multe redresoare (în funcție de numărul necesar de tensiuni de alimentare) și rețele de filtraj (netezire) ale tensiunilor redresate. În unele receptoare mai apar circuite de stabilizare a uneia sau mai multora din tensiunile de alimentare și filtre de decuplare a rețelei de c.a.

ÎNTREBARE. Care sînt soluțiile adoptate pentru stabilizarea tensiunilor de alimentare ale *rr* staționare de putere mijlocie?

RĂSPUNS. Stabilizării tensiunii de alimentare, impusă pentru etajele de *FI*, *IF* și *UUS* din motivele arătate anterior, i se adaugă uneori și cerințe de stabilizare a tensiunii pentru alte etaje sau la *rr* de putere mijlocie, cerințe de stabilizare a tensiunii de alimentare a tuturor etajelor *rr*. Soluțiile adoptate de fiecare producător caută să asigure întregului ansamblu de etaje al *rr* o funcționare stabilă și distorsiuni cît mai reduse, oarecum independent de fluctuațiile tensiunii de rețea sau ale puterii debitate de etajele de audiofrecvență, rezultînd de aici o mare gamă de scheme și de soluții constructive ale etajelor de electroalimentare.

În figura 12.2 se prezintă cîteva scheme practice și anume:

• **Blocul de alimentare al rr Royal** (fig. 12.2, *a*) cuprinde transformatorul de rețea, redresorul în punte și un filtraj al tensiunii redresate (C_{414}) care asigură o putere maximă la ieșire de 1,5 W. Pentru etajele *FI* și *IF*

este prevăzută în schema *rr* o stabilizare a tensiunii lor de alimentare cu o diodă Zener *DZ 8 V2* sau *PL 8 V2*.

• **Blocul de alimentare al rr Milcov 4 şi 5** (fig. 12.2, *b*) este realizat cu un transformator de reţea conectabil la 220 V sau la 120 V, un redresor dublă alternanţă (D_{501} şi D_{502}) şi un filtru activ de netezire a ondulaţiilor tensiunii redresate (C_{502}, R_{501}, C_{501} şi T_{501}), care asigură o tensiune de circa 6 V la o putere de ieşire de 0,35 W.

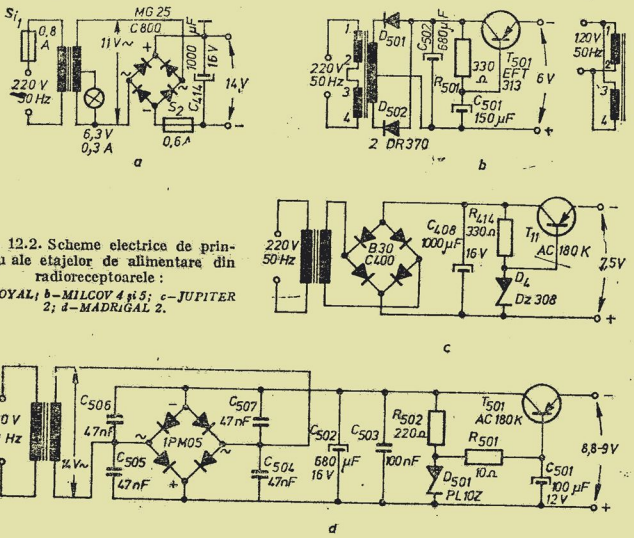


Fig. 12.2. Scheme electrice de principiu ale etajelor de alimentare din radioreceptoarele : *a – ROYAL; b – MILCOV 4 şi 5; c – JUPITER 2; d – MADRIGAL 2.*

• **Blocul de alimentare al rr Jupiter 2** (fig. 12.2, *c*) pe lîngă transformatorul de reţea, redresorul în punte şi filtrul de netezire (C_{408}) cuprinde şi un stabilizator de tensiune cu amplificare (R_{417}, D_4 şi T_{11}), care asigură la tensiunea de 7,5 V o putere de ieşire de 0,8 W. Avînd în vedere că *rr* este prevăzut şi pentru alimentarea la baterii, pentru etajele de *FI* şi *IF* a fost prevăzută o stabilizare suplimentară a tensiunii de alimentare cu o diodă Zener *DZ 2 V1*.

• **Blocul de alimentare al rr Madrigal 2** (fig. 12. 2, *d*) cuprinde toate etajele tipice de electroalimentare, respectiv transformatorul de reţea, redresorul în punte, filtrul de decuplare a reţelei (C_{504}, C_{505}, C_{506} şi C_{507}), filtrul de netezire (C_{502} şi C_{503}), precum şi stabilizatorul cu amplificare şi multiplicare de capacitate (R_{501}, R_{502}, D_{501}, C_{501} şi T_{501}), asigurînd la o tensiune stabilizată de 8,8—9V o putere de ieşire de 1 W. Fiind un *rr* prevăzut şi pentru alimentare la baterii, schema sa cuprinde şi o diodă *DRD 3* pentru stabilizarea tensiunii de alimentare a etajelor de *IF* şi *UUS*.

ÎNTREBARE. Cum se rezolvă problemele alimentării *rr* staţionare de putere mare şi de clasă superioară?

RĂSPUNS. Etajele finale *AAF* ale *rr* staţionare, pentru a asigura o putere de ieşire de ordinul waţilor, necesită un curent substanţial debitat de etajele de alimentare şi mai ales supus variaţiilor mari, destul de rapide, în concordanţă cu programul sonor reprodus. Variaţiile mari de consum, corelate cu variaţia tensiunii de alimentare, ar perturba funcţionarea normală a celorlalte etaje care necesită o tensiune relativ stabilă de alimentare. Pentru a nu se recurge la o stabilizare a tensiunii redresate de alimentare a întregului *rr*, fapt ce ar determina un consum mare de putere în etajele de alimentare, o mărire substanţială a gabaritelor şi a costului, se realizează un transformator de reţea cu mai multe înfăşurări secundare, de la fiecare urmînd să fie prelevată tensiunea de alimentare (neredresată, redresată, sau redresată şi stabilizată) şi puterea necesară etajelor *rr*, în funcţie de specificul lor şi de condiţiile de funcţionare impuse.

ÎNTREBARE. Care este soluţia adoptată la *rr stereofonic Bucur*?

RĂSPUNS. *Radioreceptorul stereofonic Bucur* (v. schema electrică — planşa 1) utilizează un transformator de reţea cu patru înfăşurări secundare care au următoarele destinaţii:

— L_{503} furnizează o tensiune alternativă de 18 V, redresată în schemă monoalternanţă cu dioda D_{504} şi ajungînd la o valoare de —23 V la bornele condensatorului de filtraj C_{507}. Celula R_{507}, L_{508}, D_{502}, R_{506}, C_{508} şi C_{509} asigură stabilizarea tensiunii la valoarea de —12 V, filtrajul suplimentar şi reducerea valorii la — 8,2 V, astfel ca să se poată asigura alimentarea în punctul *6* al plăcii blocului de *UUS*. Pentru polarizarea bazelor tranzistoarelor T_1 şi T_2 din blocul de *UUS*, dioda stabilizatoare D_{501} realizează o cădere de tensiune de 2,2 V, asigurînd —6 V la punctul *7* al plăcii de *UUS*, iar această tensiune aplicată grupului paralel D_{301}, R_{304} asigură —6,2 V în punctul *8* al plăcii de *UUS*;

— L_{504} furnizează exclusiv tensiunea alternativă de 6,3 V a becurilor de iluminare a scării;

— L_{505} furnizează o tensiune alternativă de 25 V, redresată de puntea *1 PM 05* (*B 60 C 300*), filtrată de grupul C_{501}, R_{501} şi C_{502}. Tensiunea continuă de + 30 V şi cea de + 15 V, divizată de grupul R_{503}, R_{504} C_{701}, serveşte la alimentarea decodorului stereo şi a etajelor preamplificatoare ale *AF*. Pentru alimentarea etajelor de *FI* şi *IF*, tensiunea de la bornele condensatorului de filtraj C_{502} este redusă de R_{502}, stabilizată la +8,2 V şi filtrată de grupul C_{503}, L_{507} şi D_{503};

— L_{506} furnizează o tensiune alternativă de 20 V, care, după redresarea cu puntea *3 PM05* (*B 40 C 2200*) şi filtrarea cu C_{515}, este folosită de alimentarea etajelor de putere.

Este demnă de menţionat în schema de alimentare a *rr Bucur*, prezenţa condensatoarelor C_{504}, C_{514}, C_{506}, C_{510}, C_{511}, C_{512} şi C_{513} care protejează *rr* de pătrunderea paraziţilor din reţea.

După cum s-a putut observa din această prezentare a etajelor de alimentare ale *rr Bucur*, soluţiile de separare a căilor de alimentare adoptate de producător au permis, cu preţul unei relative complicări a transformatorului de reţea, realizarea alimentării stabilizate numai la etajele care au această strictă necesitate şi, cu toate că la prima impresie a crescut numărul componentelor, costul total şi mai ales consumul au fost substanţial

reduse față de soluția unei stabilizări integrale a tensiunii de alimentare, fără a se reduce cu nimic performanțele radioreceptorului.

B. LUCRĂRI PRACTICE DE DEPANARE A ETAJELOR DE ALIMENTARE

1. SIMPTOME, CAUZE ȘI DEFECȚIUNI

Ca urmare a unor defecțiuni apărute la componentele etajelor de alimentare, simptomele care se manifestă pot avea o delimitare clară a cauzelor, exclusiv în etajele de alimentare, fapt ce conduce cu ușurință la identificarea cauzelor defecțiunilor și la remedierea acestora, dar pot exista frecvent situații în care simptomele manifestate suscită interpretări fie datorită unor diferențieri mici între ele, fie datorită posibilității ca identificarea cauzelor să trebuiască a fi făcută în unul din mai multe blocuri susceptibile de defectare. În toate aceste cazuri de dubiu, se impune verificarea în primul rînd a existenței și a valorilor corespunzătoare ale tensiunilor de alimentare, verificare relativ simplă și care scoate din cauză rapid alte blocuri ale receptorului.

Principalele simptome care pot apărea la defectarea etajelor de alimentare sînt următoarele:

— *audiție nulă pe toate gamele*;
— *audiție nulă pe toate gamele, AAF lucrează normal*;
— *audiție nulă pe gama UUS*;
— *audiție slabă, distorsionată*;
— *audiție cu brum de rețea.*

Referitor la aceste simptome, se va răspunde, la fiecare în parte, la următoarele întrebări:

1) *Cum se manifestă și cum se identifică simptomul?*

2) *Care este influența sa asupra performanțelor rr?*

3) *Care sînt principalele cauze posibile de defectare?*

4) *Care sînt căile și metodele de identificare a cauzelor, precum și aparatele de măsură necesare pentru depanare?*

a. Audiție nulă pe toate gamele

Răspunsuri

1) Difuzorul radioreceptorului este complet mut pe toate gamele, inclusiv în cazul aplicării unui semnal de *AF* la intrarea de picup, magnetofon sau auxiliar. În cazul *rr* prevăzute cu borne de cască, audiția este nulă și în cazul cuplării căștii, iar la *rr* stereofonice audiția este nulă pe ambele canale.

2) Sensibilitatea *rr* este nulă, acesta fiind practic scos din funcțiune.

3) Simptomul apare ca urmare a lipsei tensiunii de alimentare generală sau a celei de alimentare a etajelor de putere de *AF* (în cazul *rr* cu mai multe tensiuni de alimentare — de exemplu *rr Bucur*, combina *CMS — 1 — 205*).

Dacă acest lucru este stabilit cu certitudine, se va trece la verificarea componentelor etajelor de alimentare suspectate de defecțiune, după cum urmează:

— siguranțele fuzibile din primarul transformatorului și din circuitul tensiunii redresate;

— elementele active de stabilizare serie sau filtraj (T_{501} — fig. 12.2, *b*; T_{11} — fig. 12.2, *c*; T_{501} — fig. 12.2, *d*) și elementele de referință ale stabilizatoarelor (D_4 — fig. 12.2, *c*; D_{501} — fig. 12.2, *b*);

— elementele de redresare în punte sau dublă alternanță și condensatoarele de filtraj (C_{414} — fig. 12.2, *a*; C_{501} — fig. 12.2, *b*; C_{408} — fig. 12.2, *c*; C_{501}, C_{502}, C_{503} — fig. 12.2, *d*; C_{515} — planșa 1);

— condensatoarele de filtraj ai paraziților din rețea;

— transformatorul de rețea, schimbătorul de tensiune, cordonul de rețea.

Din punctul de vedere al influenței modificării parametrilor componentelor asupra performanțelor blocului de alimentare, se poate menționa, pentru cazul simptomului menționat:

— întreruperea joncțiunii *CE* a tranzistorului stabilizator serie anulează tensiunea de ieșire, iar scurtcircuitarea joncțiunii duce la creșterea tensiunii de alimentare, ceea ce poate determina arderea siguranțelor fuzibile sau deteriorarea gravă a unor componente din alte etaje ale *rr*;

— străpungerea diodelor Zener (de referință) duce la anularea tensiunii de alimentare, iar întreruperea lor la creșterea tensiunii cu efectele amintite;

— întreruperea elementelor redresoare sau străpungerea condensatoarelor de filtraj anulează tensiunea redresată;

— întreruperea înfășurărilor transformatorului de rețea sau existența unui scurtcircuit între spire conduc la lipsa tensiunii redresate sau la arderea siguranțelor fuzibile, datorită consumului excesiv al transformatorului;

— scurtcircuitarea condensatoarelor de deparazitare a rețelei poate conduce la deteriorarea transformatorului de rețea și a elementelor redresoare.

4) După constatarea lipsei tensiunii redresate la ieșirea blocului de alimentare, se poate utiliza verificarea succesivă de la ieșire spre rețea a prezenței sau lipsei tensiunii sau, și mai bine, pornind de la rețea se urmărește prezența tensiunilor alternative, redresate sau stabilizate. Astfel, în acest din urmă caz, se verifică succesiv prezența și valoarea tensiunii alternative la priza de alimentare, la bornele cordonului de rețea, la intrarea în înfășurarea primară a transformatorului de rețea, la bornele înfășurării secundare sau la bornele elementelor redresoare. Apoi, se verifică prezența și valoarea tensiunii continue la bornele condensatorului de filtraj de la ieșirea redresorului, la bornele elementului stabilizator de referință și la ieșirea stabilizatorului (dacă acesta există). Lipsa sau valoarea necorespunzătoare a tensiunii în unul din punctele menționate indică rapid cauza defecțiunii.

Ca instrument de măsurat se recomandă un voltmetru electronic de c.a. și c.c. sau un instrument universal cu $R_i \geq 20$ kΩ/V, iar pentru verificarea continuității sau valorii componentelor, un multimetru electronic sau un ohmmetru.

Atenție! La verificarea prezenței tensiunii de rețea se impune respectarea cu strictețe a măsurilor de protecția muncii, recomandate în capitolul 4.

b. Audiție nulă pe toate gamele AAF lucrează normal

Răspunsuri

1) Difuzorul *rr* emite, cu reglajul de volum la maxim, zgomote specifice (bîzîit, fîșîit) amplificatoarelor de *AF* în funcțiune. În cazul cuplării unei surse exterioare de program la bornele de pieup, magnetofon sau radio, audiția este normală.

2) Sensibilitatea *rr* este nulă, fiind conservate practic doar performanțele etajelor de *AF*.

3) Apariția simptomului este determinată de lipsa tensiunii de alimentare a etajelor de *FI* sau a celor de *FI* și *IF*, etajele de alimentare pentru *AAF* funcționînd normal. În acest caz, pot fi suspectate elementele suplimentare de stabilizare a tensiunii de alimentare a etajelor de *FI* și *IF* (dioda D_{301} — *DZ 8 V2*, L_{319}, C_{330} și C_{331} la *rr Royal*, dioda D_1 — *DZ 2V1*, R_{203} C_{236}, C_{322} și R_{316} la *rr Jupiter 2*, dioda D_{304} — *DRD*$_3$, R_{321} și C_{412} la *rr Madrigal 2*), sau căile de alimentare separate ale etajelor de *FI*, *IF*, decodor, preamplificator de *AF* etc. Astfel, la *rr Bucur* (v. planșa 1) se impune verificarea componentelor redresorului de + 30 V, + 15 și a stabilizatorului de + 8,2 V, tensiuni furnizate la înfășurarea L_{505} a transformatorului de rețea (v. planșa 1), iar la combina *CMS — 1 — 205* (v. planșa 2) verificarea componentelor stabilizatorului de 7,8 V, respectiv T_{601}, D_{605}, D_{606}, C_{603}, C_{605}, C_{613}, R_{606}, Si_2, R_{601}.

Este demn de menționat că la *rr Bucur* și la combina *CMS—1—205* etajele preamplificatoare de *AF* sînt alimentate de la circuite diferite față de etajele de putere de *AF*, verificarea la borna auxiliară de intrare nefiind operantă. Se impune, în aceste cazuri, combinarea observației organoleptice a zgomotelor în difuzor cu verificarea cu semnal a etajelor finale de putere, mai ales că circuitele de alimentare suspectate de defectare sînt cele care alimentează etajele preamplificatoare.

4) Căile, metodele și aparatele de măsurat utilizate la localizarea defectului sînt aceleași ca la simptomul precedent, cu mențiunea că se verifică doar o parte a etajelor de alimentare, și anume cele care nu furnizează tensiunea de alimentare menționată.

c. Audiție nulă pe gama UUS

Răspunsuri

1) La comutarea radioreceptorului pe gama de *UUS*, în difuzor nu se aude fișîitul caracteristic al acesteia, iar la conectarea sau la deconectarea antenei de *FIF* nu se sesizează nici un zgomot.

2) Sensibilitatea radioreceptorului este nulă pe partea de *MF*.

3) Cu excepția întreruperilor survenite pe traseele de alimentare a blocului de *UUS* sau în circuitele de stabilizare specifice acestora, prezen-

tate anterior, pot apărea defecțiuni în etajele separate ale blocului de alimentare, special destinate alimentării blocului de *UUS*. Astfel la *rr Bucur* (v. planșa 1) pot fi întrerupte componentele L_{503}, D_{504}, R_{507}, R_{506}, D_{501} sau scurtcircuitate C_{507}, D_{502}, C_{508}, C_{509}.

4) Identificarea cauzei pleacă de la verificarea prezenței tensiunilor de alimentare la blocul de *UUS*, în cazul *rr Bucur* la punctele *6* (—8,2 V), *7*(—6 V) și *8* (—6,2V) ale plăcii de *UUS*. Absența uneia sau a mai multor, tensiuni indică porțiunile de circuit ale etajului de alimentare unde trebuie căutată defecțiunea. Astfel :

— lipsa celor trei tensiuni indică posibilitatea defectării la L_{503}, D_{504}, C_{507}, R_{507}, D_{502}, R_{506}, C_{508} sau C_{509} ;

— lipsa tensiunii de —8,2 V indică contact imperfect la ploturile *17—18* ale regletei comutatorului *UUS* ;

— lipsa tensiunii de —6 V și —6,2 V presupune defectarea diodei D_{501} ;

— lipsa tensiunii de — 6,2 V indică întreruperea diodei D_{501}.

Este util de menționat că în toate aceste cazuri este posibilă întreruperea traseelor de circuit imprimat și nu neapărat defectarea componentelor. În toate cazurile, verificările se fac cu instrumentele amintite anterior.

d. Audiție slabă, distorsionată

Răspunsuri

1) Programul sonor reprodus de difuzor este de un nivel redus, față de nivelul normal și este mai mult sau mai puțin distorsionat.

2) În cazul acestui simptom sînt afectate sensibilitatea, puterea de ieșire, raportul *semnal/zgomot* și coeficientul de distorsiuni maxim admis ale radioreceptorului.

3) Principala cauză de apariție a acestui simptom este reducerea tensiunii de alimentare (mai pronunțată la nivel sonor ridicat) determinată de :

— creșterea rezistenței interne și descărcarea bateriilor ;

— amplificarea redusă în curent a tranzistorului stabilizator serie (T_{11} — fig. 12.2, *c*, sau T_{501} — fig. 12.2, *d*) ;

— creșterea valorilor sau întreruperea rezistențelor R_{501} (fig. 12.2, *b*), R_{417} (fig. 12.2, *c*), sau R_{501}, R_{502} (fig. 12.2, *d*) ;

— existența unor spire în scurtcircuit în înfășurările transformatorului de rețea ;

— creșterea rezistenței interne a elementelor redresoare.

4) Stabilirea precisă a cauzei apariției simptomului și a componentei defecte se face măsurînd variația tensiunilor alternative și continue din etajele de alimentare, corelată cu variația nivelului sonor între minim și maxim. O variație exagerată a tensiunilor indică precis locul defecțiunii.

e. Audiție de brum pe rețea

Răspunsuri

1) Simptomul se manifestă prin prezența în difuzorul radioreceptorului a unei perturbații (zgomot) cu frecvența de 50 sau 100 Hz, perturbație existentă atît în timpul unei emisiuni radiofonice, cît și în absența ei.

2) Performanțele afectate sînt raportul *semnal/zgomot* și coeficientul de distorsiuni.

3) Apariția brumului de rețea în difuzor indică un filtraj necorespunzător, o stabilizare insuficientă, sau o creștere a tensiunii de ondulație suprapusă tensiunii redresate, fenomene ce pot fi determinate de scăderea rezistenței inverse a elementelor redresoare, scăderea capacității sau întreruperea condensatoarelor de filtraj a tensiunii redresate sau a paraziților din rețea, întreruperea diodelor Zener de referință (D_4—fig. 12.2, *c*; D_{501} — fig. 12.2, *d*), scurtcircuitarea joncțiunii *CE* a tranzistorului stabilizator serie.

4) Verificările pentru identificarea cauzei defecțiunii sînt mai laborioase ca la celelalte simptome, fiind necesară o verificare din aproape în aproape a unor caracteristici de componente, uneori fiind necesară și prezența unui osciloscop, pe lîngă multimetru. Rezultate bune dă și metoda substituției unor componente suspectate sau suprapunerea unor capacități în paralel cu cele presupuse defecte.

2. PROBLEME DE DEPANARE REZOLVATE

12.1. Care sînt cauzele datorită cărora radioreceptorul *Bucur* nu funcționează pe gamele *MA* (unde lungi, medii și scurte), funcționarea fiind normală pe *UUS*?

Rezolvare. Ca urmare a verificărilor organoleptice care identifică acest simptom, s-a constatat că blocul de *UUS* și de *AF* (etajele preamplificatoare și etajele finale) funcționează normal, iar pe gamele *MA*, cu excepția unui zgomot de fond, nu se aude nimic. Concluzia este că s-a întrerupt calea de semnal prin nefuncționarea etajelor de *FI* sau *IF*, datorită nealimentării acestora. Verificarea tensiunii la bornele condensatorului C_{503} (v. planșa 1) este edificatoare:

— valoarea normală de +8,2 V indică localizarea defectului în etajele de *IF* sau *FI*, remedierea defecțiunii fiind prezentată în capitolele 6 și 7;

— valoarea nulă sau foarte redusă a acestei tensiuni localizează defectul în etajul de alimentare conectat la bornele înfășurării L_{505} a transformatorului de rețea.

Următoarea măsurare se face la bornele condensatorului de filtraj C_{502}, rezultatele putînd fi interpretate astfel:

— valoarea tensiunii mai mare de 15 V indică localizarea defecțiunii etajului de alimentare în rezistența R_{502} (întreruptă), sau în traseele de circuit imprimat (întreruperi, scurtcircuite) din zona componentelor C_{502}, R_{502}, L_{507} și C_{503} și pe traseele spre etajele de *FI* și *IF*;

— valoarea anormală (nulă sau foarte redusă) a tensiunii la bornele condensatorului C_{502} permite suspectarea de defectare a componentelor R_{501} (valoare mărită sau întreruptă), C_{502} (capacitate redusă, pierderi mari, eventual scurtcircuit) și D_{503} scurtcircuitată.

Menționăm că toate aceste modificări și raționamente pleacă de la premisa că tensiunea la bornele condensatorului C_{501} este normală, de +30 V (etajele *AAF* funcționează normal) și tensiunea la bornele condensatorului C_{503} este, de asemenea, normală, de +8,2 V (blocul de *UUS* funcționează normal). Rezultă că prin două măsurări de tensiune, cu un instrument universal, se poate localiza defecțiunea, cea de a treia verificare fiind necesară numai pentru a preciza componenta defectă. Această ultimă operație

se poate face prin măsurarea componentei în circuit, prin substituţia componentei presupuse defecte (mai ales la întreruperi), sau prin examinarea vizuală a traseelor de circuit imprimat.

Rezolvarea completă a acestei defecţiuni, în cazul radioreceptorului *Bucur*, este ilustrată sintetic în diagrama sinoptică prezentată în figura 12.3.

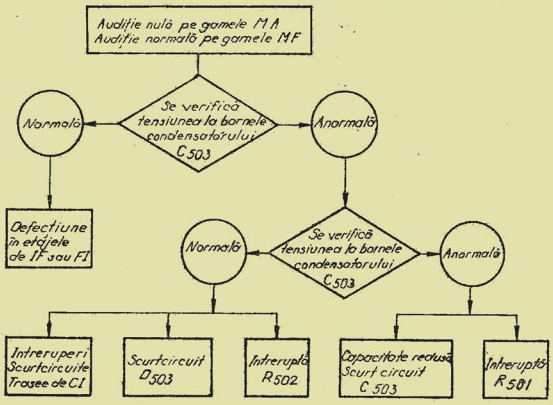


Fig. 12.3. Schema sinoptică a operaţiilor de depistare a defecţiunii pentru simptomul *audiţie nulă pe gamele de MA*.

12.2. Ce determină audiţia slabă, distorsionată la nivel sonor mare, la radioreceptoarele cu stabilizator pe tensiunea generală de alimentare?

Rezolvare. Cazul acestui simptom este caracteristic receptoarelor *Gloria*, *Madrigal 2* (fig. 12.2, *d*). *Jupiter 2* (fig. 12.2, *c*), sau altora cu etaje de alimentare similare acestora. La toate aceste radioreceptoare, simptomul menţionat este caracterizat de scăderea puterii de ieşire şi a sensibilităţii, de înrăutăţirea raportului *semnal/zgomot* şi de creşterea coeficientului de distorsiuni, fiind determinat de scăderea tensiunii stabilizate furnizate de blocul de alimentare.

Ca principale cauze concrete de apariţie a simptomului se pot menţiona:

— creşterea valorii sau întreruperea rezistenţelor din etajul stabilizator (R_{417} — fig. 12.2, *c*, sau R_{501}, R_{502} — fig. 12.2, *d*);

— scăderea amplificării în curent a tranzistorului stabilizator serie;

—dioda Zener de referinţă cu tensiune necorespunzătoare;

— scăderea capacităţii condensatoarelor de filtraj a tensiunii de alimentare (C_{408} — fig. 12.2, *c*, sau C_{501}, C_{502} — fig. 12.2, *d*);

— creşterea rezistenţei directe (de conducţie) a elementelor redresoare.

După cum se poate observa, este vorba de modificări calitative ale componentelor blocului de alimentare, constatarea putîndu-se face fie prin măsurare (rezistenţe, diode), fie prin substituţie. La aceste operaţii se va trece numai după ce am identificat corect simptomul şi cu ajutorul unui voltmetru de c.c. am măsurat tensiunea stabilizată şi ne-am convins că ea este redusă şi scade substanţial o dată cu creşterea nivelului sonor.

Capitolul 13

SISTEME ACUSTICE PENTRU REPRODUCEREA SUNETULUI

Sistemele acustice sînt componentele lanțului de redare care transformă în sunete semnalele electrice culese de la ieșirea amplificatoarelor de putere.

În depanare compromisurile se fac cel mai flagrant simțite, deși remedierea lor (cu un minim de cunoștințe) este abordabilă. Rezultă că un depanator aflat în fața unei probleme de genul celor din acest capitol va putea rata o depanare calificată a restului instalației, în lipsa unor cunoștințe electroacustice practice.

A. PROBLEME SPECIFICE SISTEMELOR ACUSTICE PENTRU REPRODUCEREA SUNETELOR

ÎNTREBARE. Ce sînt sistemele acustice de redare a sunetului? (Clasificare.)

RĂSPUNS. În esență sînt traductoare (în ultima vreme sisteme de traductoare) electroacustice.

● Există la ora actuală o mare diversitate de tipuri, **în funcție de principiul de funcționare:** *electrodinamice*, *electromagnetice*, *piezoelectrice*, *ceramice*, *electrostatice* (condensator), *cu plasmă* etc.

Traductoarele electrodinamice (cele mai răspîndite) sînt în esență formate dintr-un sistem mobil (membrană) acționat de o bobină parcursă de curentul electric livrat de sursă (amplificator), aflată într-un cîmp magnetic (dat de un magnet permanent, sau foarte rar de o bobină parcursă de un curent redresat și filtrat).

Traductorul electromagnetic este format dintr-o bobină (sau mai multe) fixă față de cîmpul magnetic pe care îl „modulează" acționînd asupra membranei, care trebuie să aibă proprietăți magnetice (se execută de obicei din aliaje feroase). Acest tip de traductor este mai puțin interesant pentru depanatorul unui lanț audio, el nefiind utilizat (în domeniul care ne interesează), la ora actuală, decît în microcăștile de ureche.

Traductorul piezoelectric, așa cum îl arată numele, este format dintr-un material cu proprietăți piezoelectrice, montat între două armături conductoare. Ca și celelalte două tipuri de traductoare menționate, traductorul piezoelectric este reversibil și a fost pînă acum utilizat în special în sensul transformării vibrațiilor mecanice (sunete) în semnale electrice (microfoane, doze de picup).

În ultima vreme însă se utilizează tot mai frecvent difuzoare la care traductorul este piezoelectric (pînă în prezent utilizarea este restrînsă la domeniul audio al sunetelor înalte : peste 1 500 — 3 000 Hz).

Traductorul electrostatic (condensator) este efectiv un condensator la care o armătură este mobilă. Fără a intra în detalii teoretice, menționăm că funcționarea sa se bazează pe relația liniară între forța aplicată asupra armăturii și tensiunea obținută la borne, în cazul microfonului condensator (și invers între tensiunea aplicată la borne și forța rezultată în cazul difuzorului condensator). Pentru depanator este important de știut că acest tip de traductor necesită o tensiune continuă de polarizare, în lipsa căreia el nu funcționează. Îl regăsim curent în instalațiile *HI—FI*, atît ca microfon cît și ca difuzor (pentru sunete înalte).

Traductorul cu plasmă se bazează pe modularea cu ajutorul unor electrozi a unui jet de plasmă (flacără). În menționăm pentru că deja unele firme constructoare de incinte acustice (*Magnat*) au produs astfel de traductoare și le-au montat în incintele produse (tip *MAGNAT TRANSPLUS MP—X—101*).

Un sistem acustic este format în esență din traductoare electroacustice (difuzoare) montate în incinte, în pilnii, sau pe ecrane acustice.

Sistemele acustice sînt : *personale* (căști), sau *de grup* (difuzoare, incinte). Pentru depanator este util de știut că în prezent căștile sînt în marea majoritate microincinte acustice care au montate în interior difuzoare de mici dimensiuni, de tipul cel mai uzual. Performanțele lor deosebite se datorează funcționării la puteri foarte mici față de puterea nominală și în spațiul mic închis între cap (ureche) și cască. În acest regim un difuzor obișnuit (de radioreceptor de buzunar) reușește să redea o bandă largă de frecvențe în condiții de calitate foarte bune.

- Sistemele acustice se mai pot clasifica după :

— **tipul de difuzoare folosite :**
  — *de bandă largă* ;
  — *de bandă îngustă* (specializate pentru frecvențe înalte, medii sau joase) ;

— **modul de montare :**
  — *pe un ecran acustic* ;
  — *într-o incintă* — deschisă ;
    — închisă (comprimată) ;
    — antirezonantă (bass-reflex) ;
  — *într-o pîlnie acustică*.

Un ecran (panou acustic), pentru a fi eficace, ar trebui să aibă dimensiuni nerezonabil de mari și deci, în cazul sistemelor acustice uzuale, nu este utilizat.

Prin „îndoirea" spre spate a marginilor unui astfel de ecran, se obține cea mai simplă incintă acustică (*incinta deschisă*). În principiu, chiar carcasa radioreceptoarelor, televizoarelor, combinelor îndeplinește de multe ori un astfel de rol.

O categorie aparte de incinte sînt cele numite „active", care înglobează, pe lîngă sistemul acustic, și amplificatoarele de putere, circuite de corecție (acustică și electrică), dispozitive de reglaj și automatizare.

ÎNTREBARE. Care sînt sistemele de montare a difuzorului? Ce probleme pun ele depanatorului?

RĂSPUNS. Aşa cum am mai arătat, cel mai simplu sistem acustic constă într-un difuzor de bandă largă montat pe carcasa aparatului (în cazul aparatelor stereofonice se montează cel puţin două difuzoare).

Sistemul prezintă multe neajunsuri care creează probleme şi în depanare.

Carcasa aparatului este o incintă „de compromis", deoarece ea trebuie să conţină şi întreaga parte electrică şi mecanică a aparatului. De aici rezultă vibraţii mecanice greu de înlăturat, care se manifestă fie direct prin „zbîrnîială", fie prin reacţii. Reacţiile se manifestă între difuzor şi condensatorul variabil, capul de redare al casetofonului, doza picupului (chiar şi cablurile de interconectare pot intra în reacţie mecanică prin efect capacitiv la sensibilităţi mari ale etajelor de intrare).

Cu toate acestea, sistemul este foarte răspîndit în special la aparatele portabile.

În multe cazuri, pe carcasa aparatului se montează mai multe difuzoare specializate pe frecvenţe. În această situaţie, problemele menţionate rămîn valabile pentru difuzoarele de frecvenţe medii şi joase.

Difuzoarele de frecvenţe înalte sînt în general independente în funcţionare de panoul pe care sînt montate.

Vibraţiile lor fiind pe frecvenţe mari (lungimi de unde mici faţă de dimensiunile casetei) nu produc efecte mecanice nedorite. De asemenea, avînd şasiul închis etanş în spate, nu sînt influenţate de funcţionarea celorlalte difuzoare. Sistemul de montare „pe carcasă" nu trebuie confundat cu montarea difuzoarelor în mobila combinei.

În al doilea caz, se creează din construcţie incinte acustice pentru difuzoare, înlăturîndu-se dezavantajele de calitate, dar rămînînd problemele de transmisie mecanică a vibraţiilor la partea electromecanică. De aceea, în ultima vreme, soluţia adoptată aproape exclusiv pentru aparatura pretenţioasă este cea a incintelor separate. Avantajele sînt multiple :

— eliminarea în proiectarea incintei a altor cerinţe în afara celor acustice;
— realizarea unui bun efect stereofonic;
— realizarea unui „cîmp" acustic convenabil oricărei încăperi;
— eliminarea reacţiilor mecanice directe;
— eliminarea (în cazul aparatelor stereofonice) a diafoniei mecanice care, alături de distanţa foarte mică între difuzoare, strică suplimentar efectul stereofonic la aparatele compacte. Chiar în cazul aparatelor portabile s-a ales în ultima vreme soluţia cu incinte detaşabile.

ÎNTREBARE. Ce sînt incintele acustice?

RĂSPUNS. Incintele deschise sînt, aşa cum am mai arătat, o rezolvare tehnologică convenabilă a utilizării ecranului acustic.

Ecranul acustic este strict necesar funcţionării difuzoarelor. În lipsa lui, sunetul emis de faţa difuzorului este anulat (în practică redus mult) de emisia defazată cu 180° a spatelui membranei. Ecranul acustic mai joacă rolul unui „balast" ataşat şasiului difuzorului, eliminîndu-se interacţiunea mecanică *sistem mobil-şasiu*.

Incintele deschise utilizează în general un singur difuzor, numit *de bandă largă* şi sînt de calitate modestă, în ultima vreme renunţîndu-se la ele.

Incintele închise total, numite în general *de compresie*, sînt incinte complet ermetice pentru aer și utilizează difuzoare speciale care permit deplasări mari ale membranei.

Pentru depanator este important de știut că orice neetanșeitate a incintei compromite total calitatea reproducerii.

Incintele *bass-reflex* sînt incinte semideschise care funcționează prin „întîrzierea" mecanică a sunetului emis de spatele membranei difuzorului și redarea lui în fază cu sunetul normal emis. Este lesne de înțeles că această „fazare" nu se face decît la o anumită frecvență strict dependentă de lungimea căii de „întoarcere" a sunetului (în practică, este vorba de o bandă foarte îngustă în jurul acestei frecvențe). În practică, calea (tubul) de defazare este acordat pe o frecvență puțin mai joasă decît frecvența de rezonanță a difuzorului, realizîndu-se o creștere a randamentului în zona în care acesta începe în mod normal să scadă. Efectul este o „lărgire" a benzii de redare a difuzorului în domeniul sunetelor foarte joase, unde acesta este în general deficitar.

Pîlniile acustice sînt utilizate în incintele acustice aproape în exclusivitate pentru difuzoarele de frecvențe medii și înalte (dar în incintele profesionale se utilizează pîlnii acustice pentru frecvențe joase). Ele permit o mai bună adaptare a sistemului mobil al difuzorului la mediul ambiant, ceea ce are ca urmare o creștere substanțială a randamentului difuzorului (de aproximativ 50%).

ÎNTREBARE. Ce sînt incintele cu mai multe căi ?

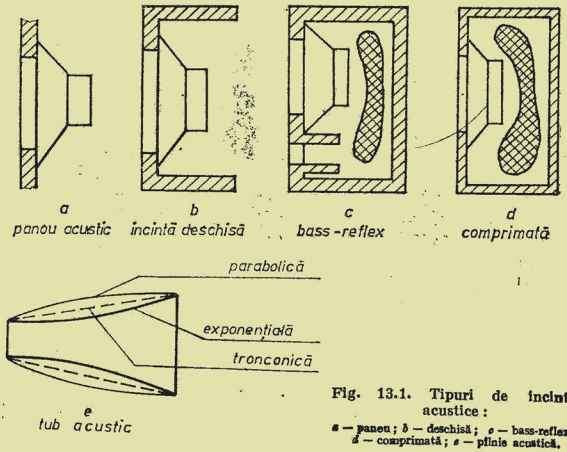


Fig. 13.1. Tipuri de incinte acustice :
a — panou ; *b* — deschisă ; *c* — bass-reflex ; *d* — comprimată ; *e* — pîlnie acustică.

RĂSPUNS. Deoarece nu s-au creat încă difuzoare care să reproducă liniar banda audio (20 — 20 000 Hz) aceasta a fost împărțită în mai multe „subbenzi" (uzual între 2 și 4), creîndu-se difuzoare specializate în reproducerea lor. Incinta propriu-zisă (cea pe care o vede ascultătorul) este de fapt incinta pentru difuzorul de frecvențe joase. Difuzorul (difuzoarele)

de frecvenţe medii au o incintă de mici dimensiuni în spatele lor, etanşă faţă de cea de frecvenţe joase şi plasată în interiorul ei, realizată fie din construcţia difuzorului, fie din cea a incintei. La difuzoarele de frecvenţe înalte, şasiul difuzorului (închis etanş în spate) reprezintă chiar incinta acestui difuzor. În incinte se încorporează în general şi filtrul separator de frecvenţe.

ÎNTREBARE. În ce constă puterea electrică a unei incinte?

RĂSPUNS. Din punctul de vedere electric, incintele au fost denumite :

— *pasive* : cele care conţin numai difuzoarele (filtrele şi uneori sisteme de protecţie).

— *active* : cele care conţin şi partea de amplificare.

Filtrele realizează împărţirea benzii de frecvenţe redate în numărul de subbenzi corespunzător numărului de căi. Trebuie menţionat că o cale de redare poate fi realizată cu un singur difuzor care acoperă puterea incintei, sau cu mai multe de acelaşi tip (foarte rar de tipuri diferite). Deoarece există la ora actuală un număr imens de modele de incinte, ne vom limita la discutarea schemei din figura 13.2, *b*, considerînd-o cea mai răspîndită.

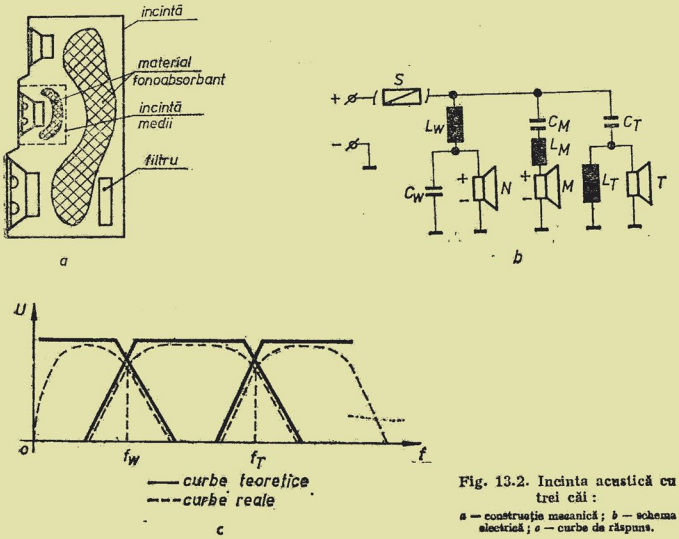


Fig. 13.2. Incinta acustică cu trei căi :
a — construcţie mecanică ; *b* — schema electrică ; *c* — curbe de răspuns.

Menţionăm de la început că polaritatea cuplării în schemă a difuzorului de frecvenţe înalte T depinde de construcţia mecanică a boxei (se va verifica şi nota acest lucru la demontarea sa). Siguranţa S poate fi montată uneori în interiorul incintei, accesul la ea fiind asigurat de obicei prin demontarea difuzorului de frecvenţe joase. Rezultă logic că la o incintă

complet „mută" se va verifica existența și starea acestei siguranțe (evident, după verificarea cordonului și a mufei de interconectare).

Filtrul propriu-zis este de tip Γ pentru frecvențele joase (*trece jos*) și înalte (*trece sus*), cu frecvențele de tăiere f_W și respectiv f_T, iar pentru frecvențele medii s-a utilizat un circuit oscilant LC serie cu frecvența centrală :

$$f_c = \frac{f_T - f_W}{2}.$$

Curba reală de răspuns este figurată punctat în figura 13.2, *c*.

Părțile „căzătoare" la capete ale curbei globale de răspuns se datorează răspunsului în frecvență al difuzoarelor. Corectitudinea racordării curbelor în punctele f_W și f_T (în cazul unei calcul corect efectuat) depinde de toleranțele componentelor filtrului. Condensatoarele utilizate sînt nepolarizate și cu tensiuni de lucru mult superioare celei livrate (vîrf la vîrf și la puterea maximă) de amplificator.

În figura 13.3 se prezintă schema electrică a incintei *B 9261* (cu două) căi și protecție electronică, care are următoarele caracteristici :

- putere ; 50 VA ;
- impedanță : 4 Ω ;
- bandă de frecvențe : 50—18 000 Hz ;
- dimensiuni : 341 × 236 × 225 mm (volum : 10 l) ;
- greutate : 7,8 kg.

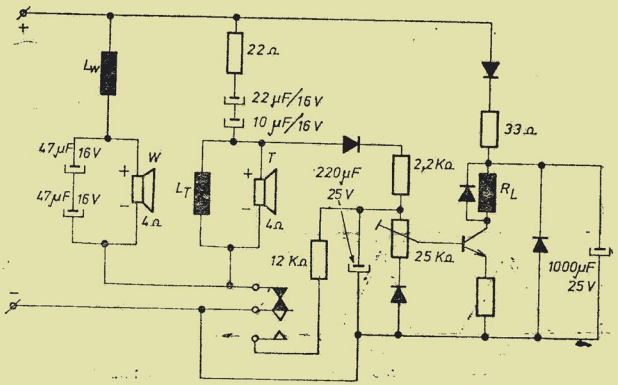


Fig. 13.3. Schema electrică a incintei *B 9261*.

Incinta este de tip comprimat cu mască detașabilă.

Filtrul (două căi) propriu-zis este realizat cu componentele L_2, C_3, C_4 (*FTJ*) și L_1, C_1, C_2 (*FTS*) cu frecvența de tăiere 2 000 Hz. Rezistența R_1 protejează difuzorul de frecvențe înalte T.

Sistemul de protecție funcționează astfel : tranzistorul T, avînd în colector bobina releului R_L, este alimentat cu tensiunea de atac a incintei,

redresată şi filtrată prin D_3, C_6, R_5, D_5. Deci funcţionarea protecţiei este posibilă numai la apariţia tensiunii de atac suficient de mari. A doua condiţie de intrare în funcţiune a protecţiei este apariţia unui semnal de nivel dat (reglabil) pe difuzorul de frecvenţe înalte. Această tensiune este redresată şi filtrată (D_1, C_5, R_2) şi aplicată pe potenţiometrul R_4 din care se prereglează nivelul de acţionare. Dioda D_2 realizează o funcţionare cu prag. La atingerea nivelului de acţionare a protecţiei, contactele releului deconectează circuitul difuzoarelor, sistemul electronic rămînînd cuplat pînă la scăderea tensiunii de atac sub un anumit nivel (prin reducerea volumului amplificatorului).

O variantă complexă de incintă (de tipul *activ*) este prezentată în schema bloc din figura 13.4. Semnalul, trecut prin blocul de intrare I, care realizează cuplarea pe canalul stîng sau drept al amplificatorului, atenuarea semnalului şi un reglaj de tonalitate, este separat prin filtrele FW spre amplificatorul de frecvenţe joase şi FMT spre calea de frecvenţe medii-înalte. La ieşirea acestuia din urmă se realizează separarea frecvenţelor medii-înalte prin filtrul pasiv FM, FT.

Sistemul MFB acţionează în această incintă numai pe frecvenţe joase şi funcţionează astfel: semnalul cules de microfonul M (plasat pe difuzor) este amplificat, inversat ca fază şi însumat algebric cu semnalul de la intrarea amplificatorului AW în blocul R. Semnalul rezultat reprezintă tocmai distorsiunile introduse de difuzorul de frecvenţe joase. Acest semnal (deplasat cu 180°) este reintrodus în amplificator şi el este redat practic simultan

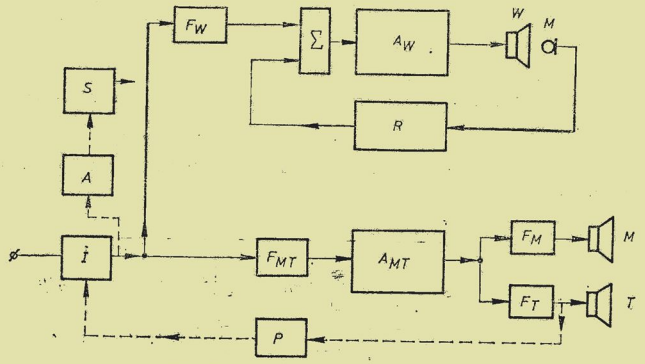


Fig. 13.4. Schema bloc a incintei active.

cu distorsiunea. Rezultatul este anularea distorsiunilor la frecvenţe joase. Sistemul nu se aplică la difuzoarele de frecvenţe medii şi înalte, deoarece la frecvenţe mai mari întîrzierea devine sesizabilă. Încinta mai conţine un bloc P de protecţie, care decuplează intrarea la depăşirea unui anumit nivel al semnalului pe difuzorul de frecvenţe înalte T, sursa de alimentare S un bloc de automatizare A care cuplează alimentarea incintei la apa-

rița semnalului și o decuplează temporizat (cîteva minute) după dispariția sa.

ÎNTREBARE. Ce performanțe au incintele acustice cu mai multe căi, fabricate în prezent la noi?

RĂSPUNS. Considerăm util pentru depanator să cunoască performanțele cîtorva incinte românești. Aceste date, împreună cu relațiile de calcul și indicațiile din acest capitol vor înlesni intervențiile în astfel de incinte și putînd constitui baza unui util exercițiu de calcul.

● **Incinta acustică de 35 W, STUDIO (IA 35—3S).** Incinta este prevăzută cu difuzoare *P 22130* pentru căile de frecvențe joase și medii și cu difuzoare *P 21653* pentru calea de frecvențe înalte.

Filtrul de separație pe trei căi are frecvențele $f_w = 600$ Hz și $f_T = 4\,500$ Hz. Puterea maximă de utilizare este de 35 W (30 W nominal) pe 4Ω.

Banda de frecvențe este 60—16 000 Hz, cu o presiune acustică nominală de 95 dB. Dimensiunile incintei sînt 723 × 360 ⊠ 255 mm, cu un volum interior de 44 l.

● **Incinta acustică NOVA 1 (R 10036).** Este prevăzută cu trei difuzoare specializate pe benzi de frecvențe.

Filtrul de separație are frecvențele $f_w = 800$ Hz și $f_T = 5\,000$ Hz.

Puterea maximă de utilizare este de 20 W pe 4 Ω.

Banda de frecvențe este 50—20 000 Hz.

Dimensiunile incintei sînt 590 × 300 × 250 mm, cu un volum interior de 27 l.

● **Coloana acustică IA 32—2 C.** Este prevăzută cu două căi (pentru difuzoare tip *P 22130* pentru frecvențe joase și difuzor *P 21660* pentru frecvențe înalte).

Puterea maximă este de 32 W (25 W nominal) pe 4 Ω.

Banda de frecvențe este 80—16 000 Hz, cu o presiune acustică nominală de 90 dB.

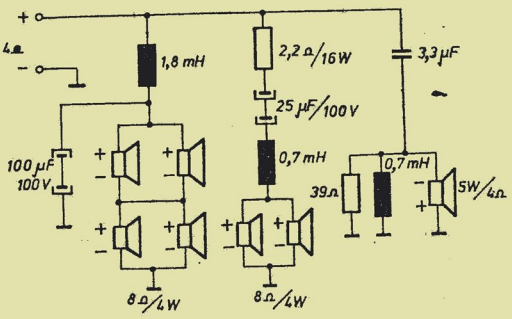
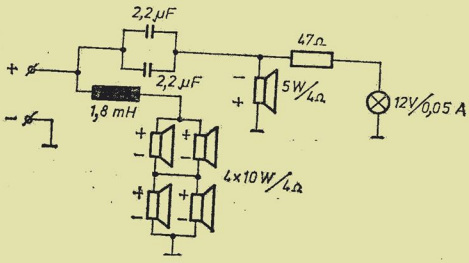


Fig. 13.5. Schema electrică a incintei *IA 35—3 S.*

Fig. 13.6. Schema electrică a incintei *IA 32—2 C.*



Dimensiunile incintei (839 × 180 × 280 mm) la un volum interior de 20 l o fac ușor de amplasat în spații înguste.

B. LUCRĂRI PRACTICE DE DEPANARE A INCINTELOR ACUSTICE

1. SIMPTOME, CAUZE ȘI DEFECȚIUNI

Simptomele ce le vom avea în vedere sînt :

— *lipsa totală a sunetului;*
— *funcționarea parțială a incintei;*
— *funcționarea cu distorsiuni.*

Se va răspunde la întrebările :

1) *Cum se manifestă și cum se identifică simptomul?*

2) *Care este influența sa asupra performanțelor?*

3) *Care sînt cauzele defectării* (cele mai importante)*?*

4) *Care sînt căile și metodele de identificare a cauzelor și cum se poate aborda depanarea?*

a. Lipsa totală a sunetului

Răspunsuri

1) Simptomul se identifică organoleptic cu mențiunea că este extrem de rar întîlnit.

2) Nu se poate stabili.

3) La o incintă ca cea din figura 13.2, *b* se poate presupune defectarea siguranței *S*, iar, în extrem, defectarea simultană a cel puțin uneia din componente pe toate trei căile de (caz pe care îl vom exclude — practic el nu poate apărea).

La o incintă ca cea din figura 13.3 se poate presupune blocarea releului în poziția *decuplat.*

4) Verificările sînt pur ohmmetrice și vizează;
— verificarea siguranței (siguranțelor în anumite cazuri);
— verificarea tuturor difuzoarelor și, în final, verificarea componentelor filtrului.

b. Funcționarea parțială a incintei

Vom discuta în continuare cazul din figura 13.2, *b*, problemele pe care le ridică fiind valabile și pentru alte tipuri de incinte. Se presupun difuzoarele în bună stare.

Răspunsuri

1) Se aude numai sunetul corespunzător căilor care funcționează.

2) Banda audio este redată incomplet și incorect.

3) Defectarea uneia din componentele L sau C ale căii (căilor) respective.

4) Se verifică L și C corespunzătoare și se înlocuiesc.

Deoarece în incinte, de foarte multe ori, constructorii nu inscripționează componentele filtrelor, înlocuirea lor pune cîteva probleme.

La aparatele stereofonice este indicată demontarea incintei pereche și măsurarea componentei respective. Cînd acest lucru nu este posibil, este necesară recalcularea elementelor filtrului.

Pentru rețeaua din figura 13.2, *b* relațiile de calcul sînt:

$$L_W = \frac{\sqrt{2}\,Z_W}{2\pi f_W}\ [\mathrm{H}];\quad C_W = \frac{1}{2\pi f_W \sqrt{2}\,z_W}\ [\mathrm{F}]; \tag{13.1}$$

$$L_T = \frac{\sqrt{2}\,Z_T}{2\pi f_T}\ [\mathrm{H}];\quad C_T = \frac{1}{2\pi f_T \sqrt{2}\,Z_T}\ [\mathrm{F}]; \tag{13.2}$$

$$L_M = \frac{Z_M}{2\pi f_M}\ [\mathrm{H}];\quad C_M = \frac{1}{2\pi f_M Z_M}\ [\mathrm{F}], \tag{13.3}$$

unde: Z_W, Z_M și Z_T sînt impedanțele difuzoarelor respective; f_W și f_T sînt frecvențele de tăiere indicate în marea majoritate a cazurilor pe incintă sau în documentația care o însoțește, iar $f_M = \frac{f_T - f_W}{2}$.

La o incintă cu două căi se aplică relațiile (13.1) și (13.2) cu precizarea că $f_W = f_T$.

Notă. În cazul în care pe difuzoare nu sînt marcate datele lor (putere, impedanță), se va pleca de la presupunerea că toate au aceeași impedanță și că ea este egală cu cea a incintei.

După determinarea valorilor componentelor se va trece la înlocuirea lor, ținînd seamă de cîteva criterii:

— condensatoarele nepolarizate utilizate se pot înlocui cu baterii de condensatoare electrolitice, montate ca în figura 13.7, *a*. Condensatoarele

pot avea valori diferite, în aşa fel încît valoarea totală să corespundă cu cea calculată :

$$C_{TOTAL} = \frac{C_1 + C_2}{C_1 C_2}.$$

Pentru stabilirea tensiunii de lucru necesară a condensatorului, se va ţine seamă ca tensiunea condensatorului cu capacitatea cea mai mică să fie mult

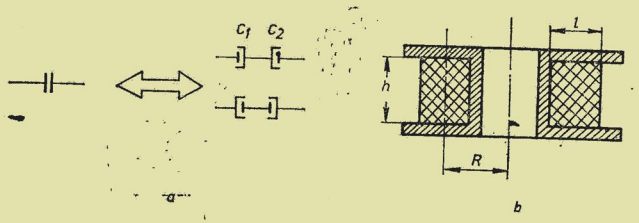


Fig. 13.7. Elemente de înlocuire a componentelor filtrelor :
a — înlocuirea condensatoarelor nepolarizate cu baterii de condensatoare electrolitice ; *b* — dimensiunile bobinei.

mai mare decît tensiunea vîrf la vîrf debitată de amplificator la putere maximă :

$$U_{canal} \geqslant 2\sqrt{P_{amp} \cdot Z_{incintă}}.$$

În cazul în care una din aceste date nu este sigură, se va utiliza un condensator care lucrează la o tensiune mult mai mare decît tensiunea de alimentare în c.c. a amplificatorului (în cazul amplificatoarelor alimentate din surse simetrice, se va lua în consideraţie suma celor două tensiuni) ;

— inductanţele originale se pot recalcula cu o precizie suficient de bună cu relaţia :

$$L = 0{,}315 \frac{R^2 N^2}{6R + 9h + 10\,l} \cdot 10^{-6} \text{ [H]},$$

unde notaţiile sînt indicate în figura 13.7, *b*, iar N este numărul de spire.

Se va utiliza aceeaşi grosime de sîrmă ca la bobina originală şi se va ţine seamă că relaţia este suficient de precisă doar cînd R, h şi l sînt foarte apropiate ca mărime.

c. Funcţionarea cu distorsiuni

Răspunsuri

1) Simptomul este uşor sesizabil cu urechea, cu menţiunea că în general distorsiunile sînt de natură „mecanică".

2) Sunetul este însoţit de zgomote parazite (hîrîituri, zbîrnîieli, pocnituri).

3) Defectarea unor componente electrice (în special condensatoare), contacte imperfecte şi cel mai probabil descentrări sau întreruperi aleatorii ale bobinajului difuzoarelor.

O cauză de distorsiuni specifică incintelor comprimate este deteriorarea etanşării acestora, care duce la o funcţionare defectuoasă a difuzorului de frecvenţe joase. În cazul neetanşării totale a difuzorului de frecvenţe medii, acestuia i se pot imprima (prin *efect de piston*) mişcări cu amplitudini mari de către difuzorul de frecvenţe joase.

4) Defecţiunile de natură electrică se depistează şi remediază ca la *b*. Distrugerea etanşării incintei se verifică prin apăsarea uşoară a difuzorului de frecvenţe joase cît mai aproape de bolţul central şi simetric. Dacă acesta revine rapid în poziţia iniţială, se va căuta locul pe unde incinta „răsuflă" şi se astupă cu mastic sau chit. Dacă în timpul apăsării, membrana difuzorului de frecvenţe medii are o tendinţă de mişcare în afară, se va reetanşa incinta interioară a acestuia.

2. Probleme de depanare rezolvate

13.1. Cum se determină frecvenţa de rezonanţă a unui difuzor?

REZOLVARE. Se utilizează circuitul din figura 13.8. Amplificatorul A poate fi de putere mai mică decît cea a difuzorului (de multe ori este suficientă puterea livrată direct de generatorul audio G). Rezistenţa R trebuie să aibă o valoare mult mai mare decît impedanţa difuzorului (100—500 Ω).

Frecvenţa de rezonanţă se determină variind frecvenţa generatorului pînă la apariţia unui salt important de tensiune pe V. În acest moment se citeşte frecvenţa pe scara generatorului, ea fiind egală cu frecvenţa de rezonanţă a difuzorului.

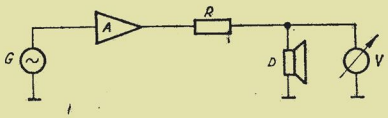


Fig. 13.8. Determinarea frecvenţei de rezonanţă a unui difuzor:
G — generator audio; A — amplificator de putere; R — rezistenţă de putere; D — difuzor; V — milivoltmetru electronic.

13.2. Este corect modul de montare a difuzorului din figura 13.9?

Rezolvare. Teoretic nu este corect, deşi în practică este soluţia utilizată cel mai frecvent în construcţia radiocasetofoanelor *cu două căi*. Mon-

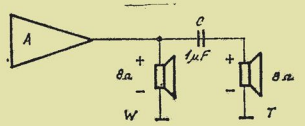


Fig. 13.9. Schemă de cuplare a difuzorului de frecvenţe înalte.

tajul nu este corect, deoarece dacă la frecvenţe joase grupul format din C şi impedanţa difuzorului T are o impedanţă foarte mare comparativ cu impedanţa difuzorului W, la 20 000 Hz, de exemplu, z_C este de aproximativ 8 Ω. Cu alte cuvinte, amplificatorul debitează pe o impedanţă $Z_w \| z_C + z_T$ de aproximativ 5Ω, deci va trebui dimensionat astfel încît să per-

mită funcționarea pe această impedanță de sarcină. În practică, constructorii țin seamă de această cerință și utilizează soluția datorită simplității ei. Soluția poate fi utilizată și de depanator pentru transformarea unei incinte de „bandă largă" într-o incintă cu două căi, ținînd cont de aceleași restricții.

13.3. Cum de montează potențiometrul de volum la o cască?

Rezolvare. Se utilizează montajul din figura 13.9, unde valoarea potențiometrului R va fi $R \gg z_D$ (de circa 10 ori). Potențiometrul va trebui să suporte o putere de cel puțin:

$$P = P_A \frac{z}{R},$$

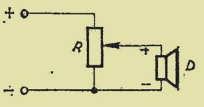


Fig. 13.10. Schemă de reglaj al nivelului pe difuzor (cască).

unde: P este puterea potențiometrului, P_A — puterea maximă a amplificatorului și z impedanța de sarcină cerută de acesta. Este indicat ca potențiometrul să aibă o curbă de variație logaritmică. Sistemul poate fi utilizat și la incintele cu mai multe căi (pentru reglajul eficacității difuzorului de frecvențe înalte de exemplu), intercalînd potențiometrul între filtru și difuzor.

13.4. Se pot monta două difuzoare de impedanțe diferite într-o incintă? Ce condiții trebuie să îndeplinească?

Rezolvare. Se pot monta în serie sau în paralel cu respectarea a două cerințe:

— impedanța echivalentă a sistemului să fie egală cu cea cerută de amplificator ($Z_{D1} + Z_{D2}$ — la legarea în serie și $\frac{Z_{D1}Z_{D2}}{Z_{D1} + Z_{D2}}$ la legarea în paralel);

— puterea totală a celor două difuzoare să fie cel puțin egală cu cea a amplificatorului. Se va ține cont că la legarea în serie puterea repartizată fiecărui difuzor este proporțională cu impedanța sa, iar la legarea în paralel, invers proporțională:

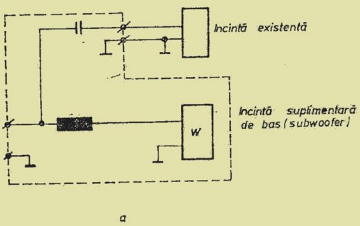
$$\frac{P_{D1}}{P_{D2}} = \frac{Z_{D1}}{Z_{D2}} \text{ (serie) și } \frac{P_{D1}}{P_{D2}} = \frac{Z_{D2}}{Z_{D1}} \text{ (paralel).}$$

Exemplu. Se poate realiza o incintă de 8W/8Ω legînd în serie un difuzor de 3W/8Ω și unul de 5W/5Ω.

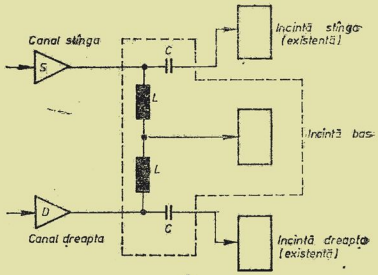
13.5. Se poate ataşa la un amplificator care posedă o incintă cu mai multe căi o incintă suplimentară de bas? În ce mod? Se poate extinde soluția la un amplificator stereofonic utilizînd tot o singură incintă de bas?

Rezolvare. Soluția este posibilă, cu condiția ca incinta de bas să aibă o putere cel puțin egală cu cea a amplificatorului și o impedanță egală cu a incintei existente. Se va intercala un filtru cu două căi, ca în figura 13.11, *a* (în figură este prezentat cel mai simplu filtru posibil, însă se poate utiliza oricare altul descris anterior), calculat pentru o frecvență de separație egală cu frecvența cea mai înaltă redată de incinta de bas.

Varianta stereofonică (fig. 13.11, *b*) este o soluție simplă pentru realizarea unui sistem trifonic, cu precizarea că incinta de bas va trebui să suporte suma puterilor celor două canale (impedanța rămînînd aceeași).



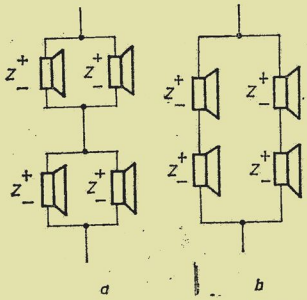
a



b

Fig. 13.11. Atașarea unei incinte suplimentare de bas:

a — la o incintă; *b* — la un sistem stereofonic.



a b

Fig. 13.12. Legarea serie — paralel a difuzoarelor:

a — schemă corectă de legare; *b* — schemă incorectă.

13.6. Ce diferență există între cele două moduri de interconectare din figura 13.12?

Rezolvare. Soluția *a* reprezintă o legare în paralel și apoi o înseriere a difuzoarelor, iar soluția *b* o înseriere inițială și o legare în paralel a celor două grupuri. Soluția *a* este mai bună, deoarece oricare din cele patru difuzoare are în serie cu impedanța de ieșire a amplificatorului, o impedanță echivalentă de $z/2$, față de soluția *b*, unde această impedanță este z. Deci prima soluție se apropie mai mult de cazul ideal, în care amplificatorul prezintă o impedanță de ieșire neglijabilă față de cea a difuzorului.

Capitolul 14

SISTEME COMPLEXE DE RADIORECEPȚIE ȘI REPRODUCERE A SUNETULUI

Sistemele de recepție radio și de redare a sunetului (pe scurt *combine muzicale* sau chiar *combine*, așa cum le vom denumi în continuare) reprezintă un tot unitar de aparate, blocuri și dispozitive, avînd ca scop final reproducerea cît mai fidelă a unui semnal de audiofrecvență, provenind de la mai multe surse (radioreceptor, picup, casetofon, magnetofon, microfon și eventual oscilatoare audio) care produc semnale în împrejurări prestabilite. Aceasta implică, pe lîngă existența surselor de semnal amintite, prezența unor etaje amplificatoare (de tensiune și putere), de prelucrare a semnalului (nivel, frecvență), a unor dispozitive de reproducere acustică (difuzoare încorporate, incinte acustice independente, căști) și în final a unor blocuri de selecție, interconectare, programare, automatizare, telecomandă etc.

Cea mai simplă combină, istoric prima, este *radioreceptorul cu picup în variantă staționară* (mono și apoi stereofonic). La ora actuală există o mare diversitate de combine, începînd cu binecunoscutele radiocasetofoane și sfîrșind cu complexele *audio-video*.

În aceste condiții, pentru a prezenta genurile de probleme cu care va fi confruntat depanatorul aflat în fața unui astfel de complex, le vom împărți după cîteva criterii :

— **după dimensiuni, greutate și mod de alimentare :** *staționare*, *transportabile* și *portative* (cu o mențiune specială pentru cele *auto*, apărute în ultimii ani, care au caracteristici intermediare între tipurile enumerate) ;

— **după dotare :** la ora actuală există aproape toate combinațiile posibile între *radioreceptor*, *picup*, *ceas*, *casetofon*, *receptor TV* (alb-negru sau color), *programator*, *incinte acustice* ;

— **după numărul de căi de redare :** *monofonice*, *stereofonice*, *cuadrofonice* ; există și o categorie intermediară, cea cu un canal comun de sunete joase și două (stînga-dreapta) pentru frecvențe medii, înalte (*sistem trifonic*), care — deși foarte veche în istoria stereofoniei — reapare tot mai frecvent, datorită unor avantaje pe care le vom enumera în acest capitol) ;

— **după construcție :** *monobloc*, *cu blocuri detașabile* și cu *blocuri independente* (dar compatibile funcțional, dimensional și ca design). Ultima categorie se livrează, de obicei, într-o mobilă comună (rack, turn), care cuprinde și spații pentru discuri, casete, benzi, accesorii, precum și sisteme acustice încorporate sau independente.

Din prezentarea generală anterioară se desprinde concluzia că, în practică, depanatorul este pus frecvent în situația de a interveni și în celelalte părți componente ale unei combine (picup, casetofon, programator, sisteme de reproducere acustică etc.).

Vom prezenta în acest capitol o serie de întrebări și răspunsuri referitoare la acestea (mai puțin programatoarele, care nu fac obiectul acestei lucrări și sistemele acustice care au fost tratate în capitolul 11), privite ca părți ale unui întreg, deci fără a discuta problemele complexe care privesc casetofonul, picupul și celelalte blocuri ca aparate independente.

ÎNTREBARE. Cu ce probleme generale este confruntat depanatorul în cazul combinelor?

RĂSPUNS. Din schema bloc prezentată în figura 14.1 rezultă ordinea de abordare a depanării unei combine. Depanarea se va începe cu blocurile care pot afecta direct întreaga instalație și anume alimentarea și părțile de comutare, automatizare.

Etapa următoare este verificarea sistemelor acustice, a amplificatoarelor finale și a preamplificatoarelor. În final, se verifică sursele de semnal (casetofon, picup, tuner, microfon). Este evident că, în cazul combinelor nefuncționarea unui bloc implică imposibilitatea verificării organoleptice a tuturor blocurilor care-l preced.

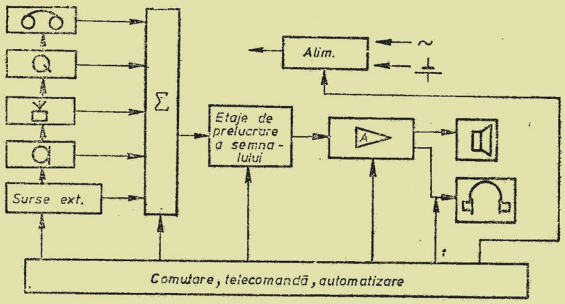


Fig. 14.1. Schema bloc de principiu a combinelor.

ÎNTREBARE. Ce caracteristici particulare au blocurile de alimentare ale combinelor?

RĂSPUNS. Vom lua în discuție două cazuri care acoperă în foarte mare măsură gama de preocupări a acestui capitol: combina *CMS — 1—205* și radiocasetofonul *RCS—001*, ambele de fabricație românească.

● **Combina** *CMS—1—205* (v. planșa 2) este alimentată dintr-un transformator unic care livrează:

— tensiunea alternativă pentru indicatoarele luminoase, dar care determină și funcționarea picupului prin sistemul optocuplor realizat cu fotorezistența *RPP 3* și becul de 12 V/50 mA;

— tensiunea de alimentare a etajului final prin D_{601}, C_{607}. Tot din această înfășurare se ia tensiunea de alimentare a motorului picupului prin D_5, C_8. Aceeași tensiune redresată servește la alimentarea casetofonului (circuitul de stabilizare a turației motorului casetofonului și oscilatorul acestuia se alimentează stabilizat prin T_{305}, D_{301});

— tensiunea de alimentare a radioreceptorului și preamplificatorului audio prin D_{606}, C_{605} și stabilizatorului realizat cu T_{601}, D_{605}.

● **La radiocasetofonul stereo RCS—001** (v. planșa 3) alimentarea se face:

— din rețea prin transformator, respectiv diodele D_{802}, D_{805} pentru etajele finale (*TBA 810*) și circuitul de stabilizare a turației motorului și prin stabilizatorul realizat cu T_{805}, D_{806} pentru restul aparatului;

— din bateriile încorporate prin același stabilizator (numai după extragerea mufei cordonului de rețea);

— din sursă exterioară (12 V_{cc}) prin mufa standardizată existentă pe aparat (la cuplarea mufei se întrerupe automat alimentarea din baterii).

ÎNTREBARE. Care sînt principalele particularități ale picupurilor încorporate în combine?

RĂSPUNS. În general, în combine nu se folosesc picupuri de construcție specială, mulți producători preluînd platinele respective de la firmele specializate, încorporîndu-le în caseta combinei. Se pot distinge, totuși, cîteva particularități ale picupurilor utilizate în combine:

— în cele mai multe cazuri, constructorii au privit picupul încorporat ca un accesoriu, deci nu vom găsi un aparat de înaltă calitate montat fix;

— se preferă încorporarea de picupuri automate, semiautomate cu schimbătoare de discuri;

— chiar în ultima vreme, cînd dozele magnetice cunosc o răspîndire masivă, în picupurile din combine se utilizează curent doze piezoceramice.

Dintre motivele acestor preferințe putem cita:

— dozele piezoceramice nu sînt sensibile la brum;

— nivelul semnalului de ieșire al dozei este mare (300 mV—1,5 V) și nu creează probleme dificile de adaptare cu restul blocurilor combinei;

— caracteristica de ieșire este cvasiliniară și deci nu necesită circuite de corecție complexe;

— dozele piezoceramice au în prezent performanțe apropiate de cele ale dozelor magnetice, dar la un cost incomparabil mai mic.

De exemplu, doza *T 25*, cunoscută la noi în varianta *Uf—50*, are caracteristicile: *bandă:* 30—15 000 Hz; *diafonie:* 28 dB la 1 kHz; *forță de apăsare:* 5 g; *nivel de ieșire:* 1 V în condiții date. De asemenea, sistemul de fixare pe braț este compatibil cu cel standardizat pentru dozele magnetice.

ÎNTREBARE. Se poate înlocui o doză magnetică cu una ceramică fără modificări substanțiale?

RĂSPUNS. Este util pentru depanatori să menționăm o caracteristică interesantă a dozelor piezoceramice și anume: comportarea lor diferită în funcție de rezistența de sarcină pe care debitează. Fără a intra în amănunte teoretice, menționăm că dozele piezoceramice au performanțe maxime (liniaritate, tensiune de ieșire, bandă de frecvențe) atunci cînd debitează pe sarcini cuprinse aproximativ între 300 kΩ și 2 MΩ (în funcție de tip).

La scăderea maximă a impedanței de sarcină (între 5 și 50 kΩ), doza piezoceramică se comportă aproximativ ca o doză magnetică.

Concluzia este că, în cazuri extreme, se poate înlocui o doză magnetică cu una piezoceramică, fără pierderi sensibile de calitate, cu următoarele restricții:

— doza nouă să fie compatibilă mecanic cu cea originală (același sistem de fixare);

— să se modifice forța de apăsare și compensarea forței centripete (anti-skating) corespunzător noii doze;

— să se modifice, prin experimentare, impedanța de intrare a preamplificatorului de doză magnetică în jurul noilor valori indicate (se recomandă un rezistor de 12 kΩ în paralel cu doza, dacă intrarea era pe 47 kΩ).

ÎNTREBARE. Ce sînt curbele de egalizare pentru înregistrări (redări) pe disc și ce probleme implică ele pentru depanator?

RĂSPUNS. Înregistrările pe discuri se fac modificînd caracteristica presupusă liniară a semnalului, în sensul atenuării frecvențelor joase (pentru a nu supune sistemul de redare la eforturi mecanice exagerate) și amplificării frecvențelor înalte (pentru mărirea raportului *semnal/zgomot*). La redare, doza și amplificatorul de doză trebuie să aibă o curbă simetrică față de cea utilizată la imprimare. La dozele piezoceramice compensarea se realizează (în anumite limite) prin însăși caracteristica dozei, iar la cele magnetice prin aplicarea unor corecții în preamplificatorul de doză. Nor-

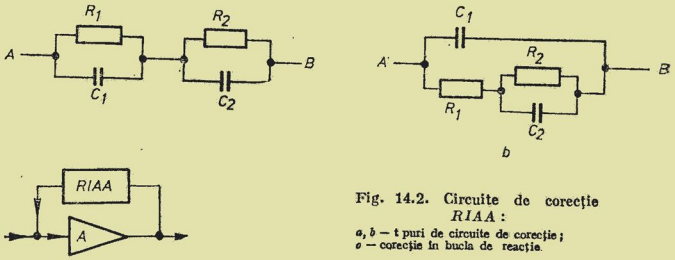


Fig. 14.2. Circuite de corecție *RIAA*:
a, b — tipuri de circuite de corecție;
c — corecție în bucla de reacție.

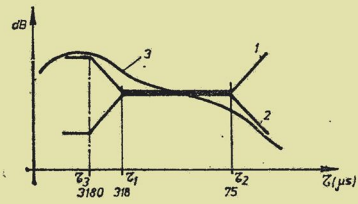


Fig. 14.3. Curbe de corecție *RIAA*:
1 — la imprimare (ideală); *2* — la redare (ideală);
3 — la redare (reală).

mele de imprimare (redare) sînt chiar la ora actuală numeroase (*RIAA*, *ECA*, *CCIR*, *NAB*, *COLUMBIA* etc.), cu mențiunea că cea mai răspîndită este norma *RIAA* (un exemplu de calcul pentru înlocuirea componentelor dintr-un circuit de acest fel va fi prezentat ca problemă rezol-

vată). De asemenea, trebuie ținut seama de faptul că dozele magnetice lucrează corect numai pe impedanțele date (valorile normalizate sînt 10 kΩ, 22 kΩ, 47 kΩ, 100 kΩ și foarte rar altele), cea mai utilizată fiind o rezistență de 47 kΩ în paralel cu o capacitate de 100—300 pF.

ÎNTREBARE. Ce caracteristici funcționale particulare au casetofoanele utilizate în combine?

RĂSPUNS. Cu precizarea că nici la casetofoane deosebirile nu sînt de ordin principial, vom menționa cîteva particularități ilustrate în schema din figura 14.4 a radiocasetofonului staționar *UNIVERS*:

— casetofoanele din combine au prevăzut oscilatorul de premagnetizare-ștergere ca bloc funcțional independent, cu posibilitatea modificării

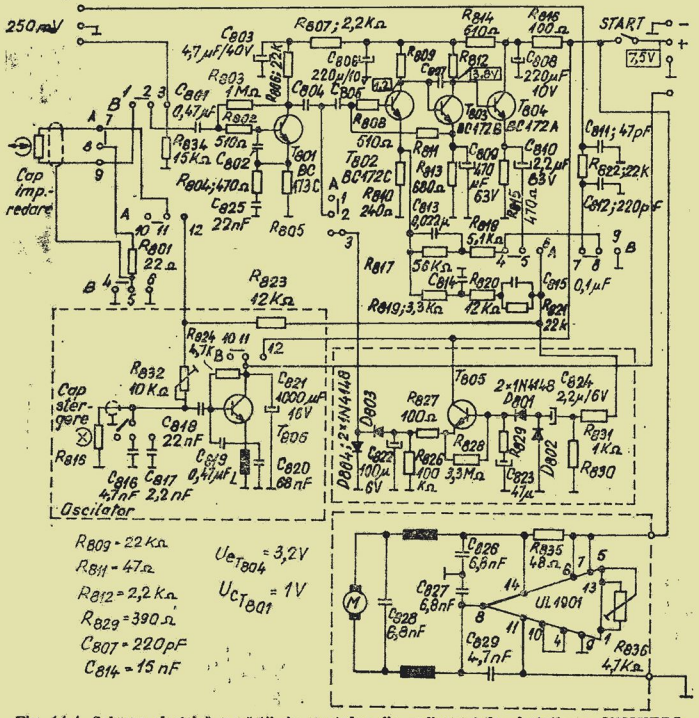


Fig. 14.4. Schema electrică a părții de casetofon din radiocasetofonul staționar *UNIVERS*.

în trepte (2—3 poziții) a frecvenței de oscilație, pentru a înlătura eventualele „bătăi" datorate interferenței între frecvența proprie (50—120 kHz) și cea a oscilatorului local din receptorul radio la acordul pe anumite posturi;

— nu posedă amplificator de putere propriu şi nici sistem independent de alimentare (cu excepţia circuitului stabilizator al motorului casetofonului);

— posedă facilităţi de manevrare, ca: reglaj automat al nivelului la imprimare (în schema din figura 1.4 se vede acest bloc realizat cu D_{803}, D_{804} atacate prin T_{805}), comutare mecanică automată pentru casete cu CrO_2 (eventual şi pentru Fe Cr), trecere automată pe altă sursă de program (radio etc.) la terminarea casetei, posibilitatea de funcţionare ca dispozitiv de programare utilizînd caseta (*Sleep*) etc.;

— în ultima vreme au apărut aşa-numitele *double-cassette*, în esenţă două casetofoane montate în combină, dintre care numai unul are posibilitatea de imprimare (foarte rar amîndouă). Pe lîngă posibilitatea „copierii" casetelor, acest sistem permite imprimarea pe unul din casetofoane a unui program (radio, picup etc.), în timp ce al doilea casetofon funcţionează pe *redare*. Mai mult, s-au realizat sisteme în care cele două casetofoane sînt sincronizate pentru viteze mai mari decît cele obişnuite (4,75 cm/s şi mai ales 9,5 cm/s), permiţînd „copierea" casetelor într-un timp foarte scurt, fără pierderi semnificative de calitate.

Fără a confunda „*pitch*"-*controlul*, care înseamnă o variaţie de ordinul cîtorva procente (cel mult $\pm 10\%$ în jurul valorii nominale a vitezei), înregistrarea rapidă presupune viteze controlabile cu cîteva ordine de mărime mai mari decît cele standardizate (a nu se confunda sistemele de redare cu viteze superioare, gen *ELCASSET*, care lucrează pe 9,5 cm/s, cu sistemele rapide de înregistrare).

ÎNTREBARE. Ce corecţii se aplică semnalului audio la *imprimare-redare*?

RĂSPUNS. În primul rînd, la înregistrare se predistorsionează (în frecvenţă) semnalul după o curbă foarte asemănătoare curbei *1*, prezentate în figura 14.3. Pentru sistemul *compact-cassette*, de exemplu: $t_3 = 3\,180\ \mu s$ şi $t_2 = 120\ \mu s$ (lipseşte palierul $t_1 - t_2$). Pentru casete cu CrO_2: $t_3 = 3\,180\ \mu s$ şi $t_2 = 70\ \mu s$.

Rezultă concluzia că pentru verificări provizorii putem folosi preamplificatorul de doză magnetică din combină (atunci cînd el există), pentru punerea în funcţiune a casetofonului (pe *redare*), cu precizarea că nivelul audiţiei va fi ceva mai mic, datorită diferenţei de nivel a tensiunii livrate de cap (0,1—1 mV) şi doză (0,5—8 mV).

Sistemele de corecţie care au ca scop îmbunătăţirea raportului *semnal/zgomot* lucrează aproape toate pe trei principii:

— accentuarea frecvenţelor înalte (selectiv) pentru a acoperi „fişîitul" inerent al benzii în mişcare la imprimare şi revenirea complementară la redare;

— sisteme bazate pe compresia-expandarea semnalului;

— sisteme pentru inlăturarea semnalului pilot la imprimarea după un program *MF* (*MP X*).

Cele mai uzuale sînt: *DNL* (*PHILIPS*), *DOLBY A* şi *B*, *dbx*, precum şi cele puse la punct de firme din R.F.G. (*HIGHCOM—TELEFUNKEN*) şi R.P.U.

Avînd în vedere că nefuncţionarea unui astfel de dispozitiv nu implică probleme grave pentru sistemul în sine, menţionăm deci că ele pot fi scoase din funcţiune fără afectarea celorlalte calităţi ale sistemului de redare.

ÎNTREBARE. Ce tipuri uzuale de casete sînt utilizate în prezent şi ce probleme ridică ele pentru depanator?

RĂSPUNS. Constructiv, există patru tipuri de casete răspîndite în lume:
— tip *cartridge* cu bandă de lățime normală și (mai puțin în Europa și la noi), montată în buclă închisă;
— tip *compact-cassette* cu lățime 3,8 mm (lansat de *PHILIPS*);
— tip *ELCASSETTE* (*SONY*, cu viteză 9,5 cm, bandă de lățime normală și dimensiuni mai mari, dar și cu performanțe deosebite);
— tip *microcassette* (cu dimensiuni ceva mai mari decît un pachet de lame de ras).

Din punctul de vedere al compoziției stratului magnetic al benzii, există tot patru tipuri:
— cu Fe_2O_3;
— cu CrO_2;
— cu FeCr;
— cu metal (particule pure de fier).

Ca lungime a benzii există variante începînd de la 15′ pe o față (*C30*) pînă la 60′ pe o față (*C 120*). Trebuie menționat că, odată cu mărirea timpului de redare, banda introdusă în casetă este mai subțire, ceea ce — la casetofoane cu o „mecanică" mai dură — poate duce la șifonarea sau la ruperea benzii. Cum în combine blocul de redare al casetelor este în general de calitate medie, se recomandă utilizarea casetelor de 90′ ca un compromis rezonabil.

ÎNTREBARE. Care sînt elementele principale de schemă electrică ale casetofoanelor utilizate în combine?

RĂSPUNS. Ne vom referi la cele trei modele românești și anume combina mono *UNIVERS* (cu partea de casetofon din figura 14.4), combina stereo *CMS—1—205* (v. planșa 2) și *radiocasetofonul portabil stereo* (v. planșa 3).

● **Oscilatorul de premagnetizare și ștergere**

— *În schema din figura 14.4* este realizat cu T_{806}, tensiunea de premagnetizare se ajustează din R_{832} (numai pentru benzi Fe_2O_3), iar modificarea frecvenței de oscilație în scopul eliminării „bătăilor" se face din C_{816}, C_{817} (trei poziții).

— *În planșa 2* este construit cu T_{304}, tensiunea de premagnetizare se ajustează din R_{335} și R_{336} pe fiecare canal, iar modificarea frecvenței de oscilație se face cu C_{337} (două poziții).

— *În planșa 3* oscilatorul este în contratimp (T_{803}, T_{804}), funcționarea lui (deci trecerea pe poziția de imprimare), este semnalizată cu *LED*-ul D_2, comutarea frecvenței de oscilație se asigură prin introducerea lui C_{802}, iar premagnetizarea benzii se reglează din R_{622}, R_{722} separat pentru canalul stîng și drept. În plus, se poate modifica în trepte premagnetizarea (bias) din grupul de rezistențe R_{804}, R_{805}, R_{806} comutabile corespunzător pozițiilor Fe_2O_3, $Cr\,O_2$, Fe Cr la imprimare.

● **Reglajul automat al nivelului**

— *În schema din figura 14.4* este realizat cu D_{803}, D_{804}, care intervin ca rezistență variabilă în calea de semnal (la imprimare) și sînt comandate de tensiunea culeasă din emitorul lui T_{804}, redresată cu D_{801}, D_{802}.

— *În radiocasetofonul din planșa 3* semnalul este culeș din ambele canale și redresat prin D_{601}, D_{701}. Aici, elementele de comandă (rezistențele variabile) sînt tranzistoarele T_{602}, T_{702}. Regulatorul și stabilizatorul de turație al motorului din figura 14.4 este realizat cu circuitul integrat *UL 1901* pe care îl vedem apărînd și în planșa 2 în schema comenzii motorului picupului.

— Motorul *casetofonului din planșa 2* este comandat cu blocul realizat cu T_{701}, T_{706}.

— *În planșa 3*, regulatorul este realizat într-o variantă ceva mai simplă cu T_{901}, T_{903}.

ÎNTREBARE. Ce caracteristici au receptoarele utilizate în combine?

RĂSPUNS. Deoarece combina are ca scop final, așa cum am mai menționat, redarea unor programe cu performanțe acustice ridicate, blocul receptor are obligatoriu banda *UUS* (*MF*) care asigură o calitate a semnalului, compatibilă cu performanțele *Hi—Fi*.

Celelalte game apar în construcția combinelor ca accesorii (la *CMS—1—205*, de exemplu, există numai gamele de *UM* și *UUS*). Trebuie menționat totuși că, în cazul radiocasetofoanelor, se pune un accent mai mare pe partea de recepție radio (de exemplu, radiocasetofonul din planșa 3 are și gamele *UL* și *US*, în afară de *UM* și *UUS*, iar radiocasetofonul *UNIVERS* amintit are chiar trei subgame *US*).

ÎNTREBARE. Ce microfoane se utilizează în combine?

RĂSPUNS. Microfoanele utilizate sînt, în general, de tipul *condensator*, montate pe carcasă și apar cu precădere la combinele portative ca accesorii ale casetofonului, funcționînd prin preamplificatorul acestuia. Se utilizează microfoane condensator, datorită robusteții și sensibilității acestora.

Schema electrică a unui astfel de microfon este prezentată în figura 14.5. Componentele încadrate punctat sînt de obicei încadrate în capsula microfoanelor, dar există și timpuri la care rezistența *R* este exterioară.

ÎNTREBARE. Ce sînt blocurile de comutare, telecomandă și automatizare?

RĂSPUNS. Cele mai simple exemple de astfel de blocuri sînt chiar panourile frontale ale multor combine, care reunesc cea mai mare parte a comenzilor aparatului. La combinele mai evoluate, aceste comenzi sînt efectuate sau dublate (toate sau numai cele principale) prin telecomandă.

A treia categorie o reprezintă blocurile de automatizare a funcționării combinei. Cele mai simple și mai uzuale sînt: automatizarea mișcării brațului la picup, recunoașterea automată a tipului de disc cu comutarea vitezei (mai rar utilizată în prezent, datorită apariției unor discuri cu Ø170 mm și turație 33 rpm, precum și a unora cu Ø300 mm și turație 45 rpm), schimbarea automată a discurilor (uzual pînă la 10 discuri), oprirea sistemului de antrenare a casetei la sfîrșitul benzii, comutarea mecanică automată de pe poziția Fe_2O_3 pe poziția CrO_2, funcționarea temporizată a receptorului pe timpul derulării unei casete (*sleep*), comutarea automată a receptorului de pe poziția *mono* pe *stereo* la apariția semnalului pilot de 19 kHz, pornirea și oprirea parțială sau totală a combinei cu ajutorul unui ceas încorporat etc.

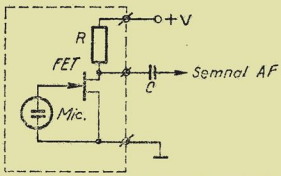


Fig. 14.5. Schema electrică a microfonului condensator.

La ora actuală există blocuri specializate independente sau încorporate combinei, care realizează o serie de manevre complexe, ca de exemplu, programarea realizării unei imprimări după programul de radio sau *TV* la data și ora prestabilită (și chiar cicluri de astfel de operații).

ÎNTREBARE. Ce reprezintă sistemul de audiție spațială (*wide*) și cum funcționează el?

RĂSPUNS. La combinele compacte (cu difuzoare încorporate) efectul stereofonic este diminuat de distanța foarte mică între cele două sisteme de redare acustică (practic, stereofonia se face simțită doar la distanțe sub 1 m pe o axă perpendiculară pe aparat).

Pentru compensarea acestui neajuns s-au realizat sisteme de lărgire artificială a bazei de redare, care funcționează (majoritatea) pe principiul injectării semnalului dintr-un canal de redare în altul, într-un procent dat și inversat ca fază cu 180°, cum rezultă din schema bloc prezentată în figura 14.6.

În general, raportul *semnal inversat/semnal util* nu depășește 30 % din valoarea semnalului S(V) și respectiv D(V), deoarece efectul devine supărător, ducînd o dată cu creșterea lui, la atenuarea semnalului util.

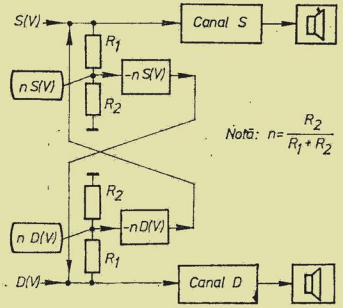


Fig. 14.6. Sisteme de redare stereofonică cu bază de redare lărgită (*wide*).

Trebuie remarcat că utilizarea combinei pe poziția de audiție spațială nu are nici un sens atunci cînd se utilizează incinte acustice separate, depărtate suficient între ele, în care caz se pot reduce chiar „goluri" sonore în încăpere.

În cazul radiocasetofonului stereo prezentat în planșa 3, sistemul de audiție spațială este realizat direct pe etajele finale, prin preluarea semnalului de la ieșire (R_{648}, C_{636} și respectiv $R_{748}C_{736}$) și injectarea lui în pinul *6* al circuitelor integrate *TBA 810*.

ÎNTREBARE. Ce sînt sistemele *cuadrofonic* și *trifonic*?

RĂSPUNS. Prin însuși textul întrebării, am eliminat din discuție sistemele *mono-* și *stereofonice*, binecunoscute.

● **Sistemul trifonic** se bazează pe o „defecțiune" a urechii umane care poate localiza direcția unor sunete de frecvențe medii și ridicate, dar care este practic incapabilă de a localiza sursa unor sunete de frecvențe joase.

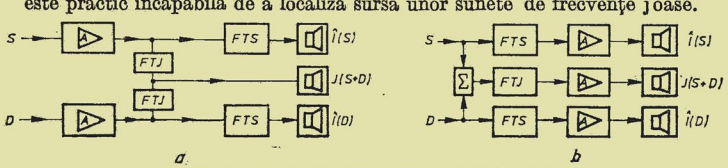


Fig. 14.7. Sisteme trifonice de redare a programelor sonore:
a — cu filtre pasive trece jos (*FTJ*) și trece sus (*FTS*); *b* — cu dispozitiv de însumare (Σ).

Adăugînd că, din cantitatea de informație sonoră ajunsă la ureche, sunetele de frecvențe joase reprezintă un procent apreciabil, rezultă ca foarte avantajoasă, ca raport *calitate/complexitate* (și deci cost), soluția de a utiliza, ca în figura 14.7, un canal comun (stînga+dreapta) de putere mare pentru

sunetele joase şi două canale independente (stînga, respectiv dreapta) de putere mai mică pentru sunetele medii şi înalte. Cu alte cuvinte, folosind acest sistem se poate utiliza un singur agregat de redare de bună calitate pentru sunetele joase, fără pierderi sesizabile ale efectului stereofonic.

Sistemul a fost reluat în ultima vreme, la combinele portative, la care dimensiunile şi greutatea sînt factori esenţiali. Prin utilizarea unui singur difuzor pentru frecvenţe joase (la care dimensiunile şi greutatea sînt intim legate de calitatea reproducerii), s-au creat combine portative de calitate foarte bună, însă mai compacte, mai uşoare şi, evident, mai ieftine.

Mai mult datorită proprietăţii sunetelor joase de a nu fi percepute de ureche, directiv, s-a putut monta difuzorul pe panoul din spate, cu avantaje evidente pentru dimensiuni şi aspect.

● **Cuadrofonia,** sistem creat la origine din raţiuni tehnice, s-a subordonat în final celor comerciale. Ideea de la care s-a pornit a fost aceea de a crea ascultătorului senzaţia de spaţiu (orizontal) complet, prin adăugarea la un sistem stereofonic clasic a unor dispozitive de completare a cîmpului de audiţie cu „evenimente" petrecute în spaţiul din spatele ascultătorului.

Mergîndu-se pe ideea de compatibilitate a sistemelor, s-au adăugat „peste" canalele stînga, respectiv dreapta din faţă (deci cele clasice necesare stereofoniei), cîte un semnal pentru spate. Aceasta a însemnat adăugarea a încă două canale (lanţuri de amplificare + sistem acustic de redare) şi în plus a unui sistem de decodificare stînga faţă — stînga spate şi respectiv dreapta faţă — dreapta spate.

În principiu, sistemul de înregistrare-redare (fie pe disc, fie pe bandă) arată ca în figura 14.8. Sistemul nu a „prins" datorită complexităţii aparaturii necesare la redare (patru lanţuri audio independente şi un decodor).

B. LUCRĂRI PRACTICE DE DEPANARE A COMBINELOR

Problemele de depanare vor fi abordate conform diagramei din figura 14.9. Trimiterile din această diagramă şi cele cîteva precizări de ordin practic din subcapitolul *A* le considerăm suficiente (în spiritul lucrării) pentru depanarea unor părţi ale combinei (deja tratate ca părţi compo-

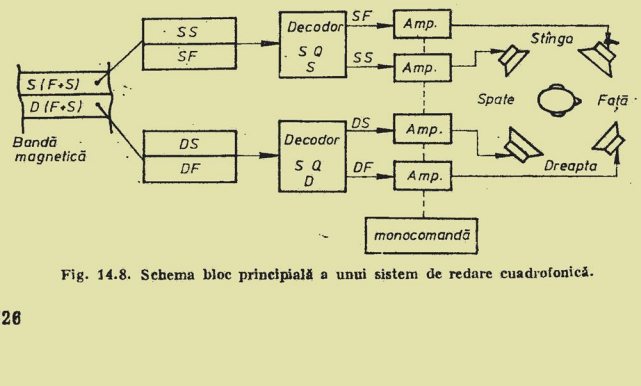


Fig. 14.8. Schema bloc principială a unui sistem de redare cuadrofonică.

nente ale radioreceptorului în capitolele 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13). Se vor trata doar problemele specifice astfel:

— *combina ca sistem*;
— *casetofonul*,
— *picupul*,

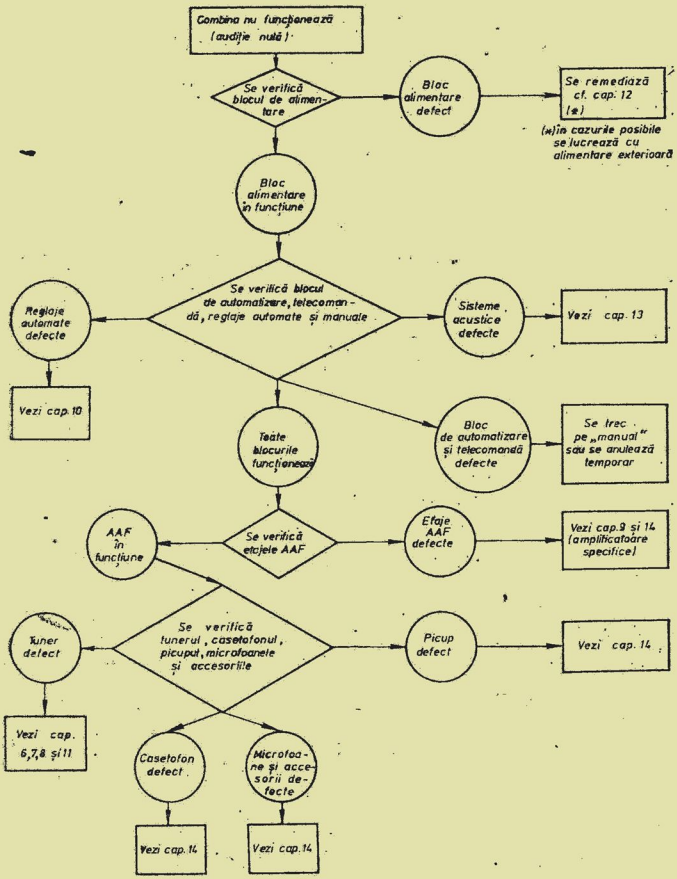

Combina nu funcționează (audiție nulă)
Se verifică blocul de alimentare
Bloc alimentare defect
Se remediază cf. cap. 12 (*)
(*)în cazurile posibile se lucrează cu alimentare exterioară
Bloc alimentare în funcțiune
Se verifică blocul de automatizare, telecomandă, reglaje automate și manuale
Reglaje automate defecte
Vezi cap. 10
Sisteme acustice defecte
Vezi cap. 13
Toate blocurile funcționează
Bloc de automatizare și telecomandă defecte
Se trec pe „manual" sau se anulează temporar
AAF în funcțiune
Se verifică etajele AAF
Etaje AAF defecte
Vezi cap. 9 și 14 (amplificatoare specifice)
Tuner defect
Se verifică tunerul, casetofonul, picupul, microfoanele și accesoriile
Picup defect
Vezi cap. 14
Vezi cap. 6, 7, 8 și 11
Casetofon defect
Microfoane și accesorii defecte
Vezi cap. 14
Vezi cap. 14

Fig. 14.9. Diagrama sinoptică de depanare a combinelor.

pornind de la principalele categorii de defecte:

a) *nefuncționare totală*;

b) *funcționare parțială*;

c) *defecte mecanice.*

Se va răspunde la următoarele întrebări, referitoare la aceste categorii de defecte:

1) *Cum se manifestă și cum se identifică simptomul?*

2) *Care este influența sa asupra performanțelor?*

3) *Care sînt principalele cauze de defectare?*

4) *Care sînt căile și metodele de identificare a cauzelor, precum și aparatele necesare depanării?*

Menționăm că pentru depanarea unei combine sînt strict necesare cîteva dotări specifice ca:

— oglindă stomatologică (pentru verificarea capului de înregistrare-redare);

— lupă pentru verificarea dozei;

— disc stroboscopic (33 și 45 rpm/50 Hz) eventual și un bec cu neon (se poate folosi cu succes șurubelnița de tensiune);

— casetă sau dispozitiv de demagnetizare a capetelor;

— balanță pentru reglarea forței de apăsare a sistemului de redare al picupului;

— un disc și o casetă de referință.

1. COMBINA CA SISTEM

În acest subcapitol nu ne vom referi decît la categoriile *a* și *c* de defecte, celălalt aparținînd blocurilor componente ce sînt tratate conform diagramei 14.9.

a. Nefuncționarea totală a combinei (cu audiție complet nulă)

Răspunsuri

1) Combina este „mută" complet, nu funcționează nici un indicator, picupul și casetofonul nu funcționează nici mecanic.

2) Nu se pot stabili, în acest caz, fiind toate compromise.

3) Cauzele inițiale pot fi localizate în oricare din blocurile combinei, cauza finală fiind deteriorarea alimentării generale.

4) Verificarea se va aborda conform figurii 14.9 (ținînd cont că odată depistată o cauză inițială, deci un bloc defect, el va fi înlăturat din sistem pînă la remediere).

Verificarea se va face organoleptic și cu ajutorul unui multimetru, pentru depanarea pe blocuri fiind util un alimentator reglabil, stabilizat și protejat la scurtcircuit.

b. Defecte mecanice

Răspunsuri

1) Se impune de la început precizarea că ne referim la defecte mecanice cu implicaţie de natură electrică.
Se manifestă în general prin funcţionare intermitentă sau prin nefuncţionare şi pot fi uşor confundate cu defecţiuni de natură electrică. Localizarea se face uşor prin măsurări ohmmetrice.

Atenţie! Acolo unde comutarea este semnalizată luminos ca la comutatorul de funcţiuni (casetofon, picup, *MA*, *MF*) al combinei *CSM—1—205*, se poate întîmpla să existe indicaţie luminoasă, deşi cealaltă „jumătate" a comutatorului este defectă.

2) Contactele imperfecte pot duce la nefuncţionarea totală, parţială, sau la funcţionarea defectuoasă a combinei.

3) Cauzele principale sînt: oxidări, pătrunderea de impurităţi, deformări mecanice.

4) După identificarea componentei defecte organoleptic şi prin măsurare cu ohmmetrul se procedează la curăţirea ei sau, în ultimă instanţă, la înlocuire. Se va avea în vedere, dată fiind frecvenţa cablajelor filare la blocurile de comutare, refacerea corectă a vechilor trasee de cabluri. În caz contrar, este de aşteptat să apară oscilaţii, diafonii sau brum.

2. CASETOFONUL

a. Nefuncţionarea totală a casetofonului

Răspunsuri

1) Banda nu este antrenată nici pe poziţia *START*, nici la derulări. La cuplarea poziţiei *START* prin atingerea capului cu un obiect metalic în apropierea zonei active (pe care „calcă" banda) nu se aude nici un zgomot în difuzor.

2) Nu este posibilă determinarea.

3) Este un defect foarte rar în cazul combinelor, deoarece la casetofon partea de antrenare şi cea de imprimare-redare sînt blocuri separate, alimentate separat. Deci nu poate fi decît un defect pe calea comună de alimentare cu tensiune.

4) Defectul localizat în partea de alimentare este uşor decelabil prin măsurări de tensiune.

b. Funcţionarea parţială a casetofonului

Funcţionarea parţială în acest caz înseamnă scoaterea din funcţiune a unuia sau mai multor blocuri din:

α) *preamplificatorul de imprimare-redare;*

β) *oscilatorul de premagnetizare-ştergere;*

γ) *blocul de stabilizare a funcționării motorului;*
δ) *reglajul automat al amplificării;*
ε) *partea mecanică.*

Răspunsuri

1) α) Cu poziția *START* cuplată și cu capul de imprimare-redare decuplat, la atingerea firului cald care pleacă de la cap cu un obiect conductor nu se aude brum în difuzor.

Pe poziția *imprimare* defecțiunea este ceva mai dificil de sesizat. Dacă există în combină un control auditiv al imprimării, este suficient să atingem cu un obiect conductor baza primului tranzistor din preamplificator.

β) Defectarea oscilatorului este sesizată prin lipsa „ștergerii" benzii pe poziția *imprimare*.

γ) Defecțiunea blocului de stabilizare a turației motorului poate duce la o rulare cu fluctuații de viteză, cu viteză diferită de cea nominală, sau chiar la oprirea motorului.

δ) La imprimarea unui semnal cu nivel variabil, nu se mai menține constant nivelul imprimării.

ε) Exceptînd defecțiunile mecanice evidente, ca: blocări, uzuri exagerate a unor elemente de transmisie etc., apare curent la sistemele de antrenare a casetei o fluctuație de viteză care nu trebuie confundată cu cea de la punctul 1γ.

2) α) Practic, nu este utilizabil blocul de redare a casetelor.

β) Nu se poate șterge caseta și imprimarea se face distorsionat.

γ) În acest caz, influențele coincid cu tipurile de manifestări de la punctul 1γ.

δ) Supramodularea benzii la imprimare în cazul unor semnale puternice sau la semnale de nivel mic, „înecarea" lor în „fișiitul" propriu al sistemului.

ε) Apare o „miorlăială" permanentă sau sporadică.

3) α) Cauzele sînt numeroase și în funcție de schemă. Ca exemplu vom lua casetofonul combinei *UNIVERS* prezentat în figura 14.4.

Prin măsurări de c.c. în colectoarele tranzistoarelor T_{801}, T_{802}, T_{803} și în emitorul lui T_{804} se stabilește zona defectă.

β) Cauzele sînt dependente de schema de principiu, ele neavînd particularități specifice casetofoanelor combinelor.

Vom prezenta, totuși, modul de depanare a oscilatorului din radiocasetofonul *RC 520* ca problemă rezolvată.

γ) În cazul particular al stabilizatorului de turație din radiocasetofonul românesc *RC 520* din figura 14.10, cauza cea mai probabilă este defectarea prin scurtcircuitare sau întrerupere a tranzistorului *2 N 2219 A*. Fluctuațiile de viteză sînt, în general, determinate de lipsa stabilizării (*B 2 P 870 V 75, BC 308 A*). Viteza se reglează din potențiometrul de 220 Ω.

δ) În aproape toate combinele prezentate, schema electrică a acestui bloc este aceeași. Fiind vorba de un redresor, integrator element (tranzistor) de comandă și două diode pe funcție de rezistențe variabile, rezultă din enumerarea funcțiilor și ordinea de verificare a blocului.

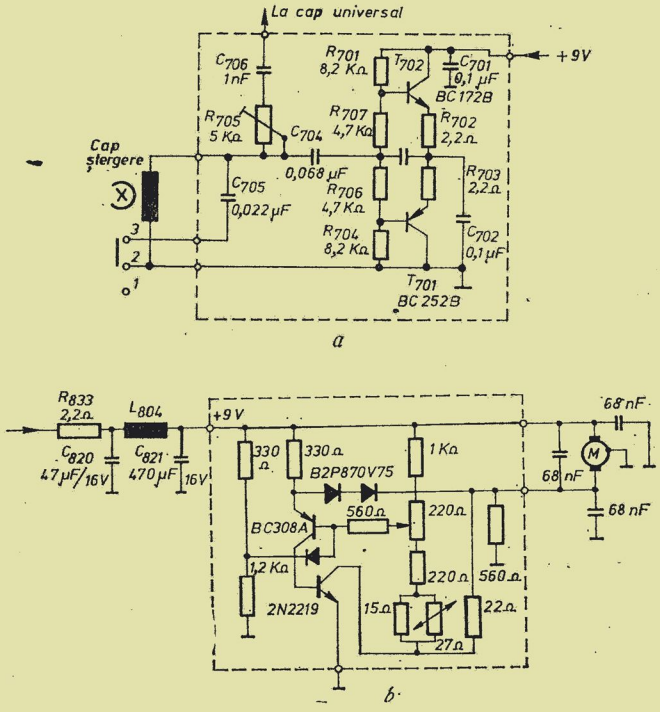


Fig. 14.10. Schema electrică de principiu a stabilizatorului de turație și a oscilatorului radiocasetofonului *RC 520*.

ε) Cel mai curent, cauza este uzura rolei presoare, dar mai pot fi:

— uzura ambreiajului rolei care „trage" banda;

— o ungere prea abundentă, care a dus la scurgeri de ulei pe rolele de fricțiune;

— uzura (întinderea) curelei de transmisie a mișcării de la axul motorului la volant;

— casete defecte.

4) α) La combina *CMS — 1 — 205* (planşa 2) de exemplu, remedierea trebuie începută cu verificarea C_4I (*AN 7311*), deoarece este puţin probabil ca defecţiunea să fie localizată în componentele pasive. La radiocasetofonul stereo, la cel mono (*RC 520*) şi la „*UNIVERS*", după repunerea în funcţiune în c.c. a circuitului, se va proceda la o verificare prin injecţie

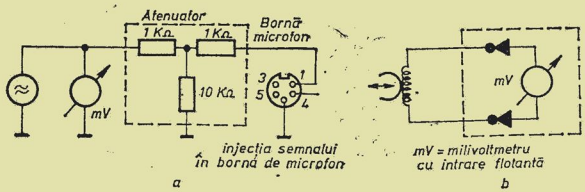


Fig. 14.11. Schema bloc de verificare a unui amplificator de imprimare—redare.

de semnal, măsurare cu milivoltmetrul şi eventual vizualizare pe osciloscop. Măsurătorile se vor face conform figurii 14.11, *a* şi *b*. La aparatele pretenţioase se va ridica şi curba de răspuns la imprimare şi redare, utilizînd aceleaşi scheme de mai sus, care vor trebui să arate ca în figura 14.12, *a* şi *b*.

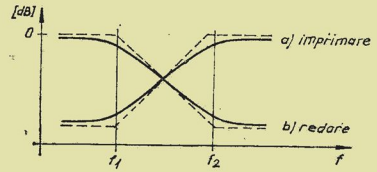


Fig. 14.12. Curbe tip de răspuns: *a* — la imprimare; *b* — la redare.

γ) Dacă la schema din figura 14.4 remedierea constă în înlocuirea integratului *UL 190 I* şi în reglarea ulterioară a vitezei din R_{836}, la schemele tranzistorizate se va verifica în primul rînd starea elementului regulator de putere (F_{902} la radiocasetofonul stereo T_{704} la *CMS — 1 — 205*).

Reglajul final al vitezei de antrenare (fig. 14.13) se poate face după ureche sau, mult mai exact, utilizînd o *casetă-test* (caseta-test poate fi confecţionată dintr-o casetă *C 30 — C 60* pe care se imprimă cu un aparat de bună calitate un semnal de o frecvenţă oarecare), un generator audio şi un osciloscop.

Generatorul audio va fi poziţionat foarte exact pe frecvenţa pe care a fost imprimată caseta.

Metoda este simplă: se introduc cele două semnale (de la casetofonul cu caseta de referinţă şi de la generator) pe intrările osciloscopului (*X* şi *Y*), vizualizînd, obţinînd la reglajul corect al turaţiei un cerc (Lissajoux). Metoda dă precizii ale reglajului mult peste necesităţile curente (fig. 14.13).

δ) Pentru identificarea cauzelor în cazul acestui bloc, este mai indicat să se facă măsurători ohmmetrice ale diodelor şi la T_{805}.

ε) Fiind vorba de părţi mecanice uzate, vizibile de obicei, ele trebuie înlocuite.

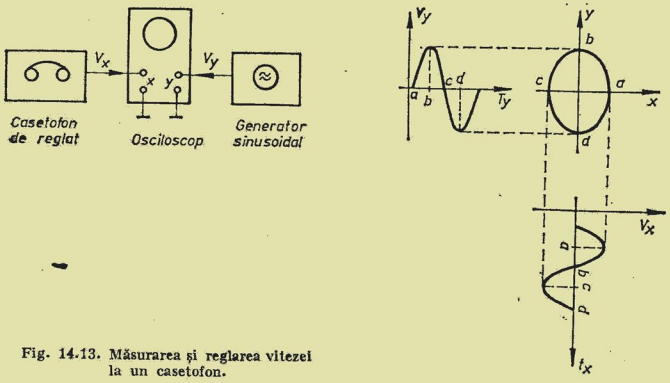


Fig. 14.13. Măsurarea și reglarea vitezei la un casetofon.

În cazul ungerii abundente, se va spăla cu un tampon de vată muiată în alcool zona îmbibată cu ulei, protejînd restul mecanismului.
Evident, se va renunța la casetele cu defecte.

3. PICUPUL

Avînd în vedere că la marea majoritate a picupurilor partea de redare (doză) este complet independentă electric de partea de antrenare și susținere, le vom trata separat:
α) *puterea de reproducere a semnalului;*
β) *antrenarea mecanică.*
În continuare, ne vom referi la defecțiunile care provoacă **nefuncționarea totală a picupului.**

Răspunsuri

1) α) La ușoara atingere a acului dozei (indiferent de tip) nu se aud zgomote în difuzor.
β) Nu se rotește platanul sau, în cazul brațului, nu funcționează: balansarea verticală, compensarea forței centripete (anti-skating), liftul, pornirea-oprirea (unde este cazul).

2) α) Doza este defectă, traseul de cablu ecranat este întrerupt, preamplificatorul de doză magnetică încorporat este defect (fig. 14.14).
β) Defectarea motorului sa au sistemului electronic de comandă a motorului și defecțiuni mecanice sau ale sistemului de pornire-oprire al picupului comandat de braț.

3) α) Verificările se fac ohmmetric pentru cablu și doza magnetică. Doza piezoelectrică nu se poate verifica ohmmetric, totuși cum ea nu necesită un preamplificator special, în cazul în care etajele *AAF* funcționează și traseele de legătură la doză sînt intacte, o putem presupune defectă. Înlocuirea se face respectînd cele indicate în subcapitolul *A*.

În cazul preamplificatorului defect, acesta se verifică și se depanează ca orice etaj *AAF* (v. cap. 9), singura diferență fiind calea de reacție care conține elementele unei corecții de frecvență de tipul celor din figurile 14.2 și 14.3. Înlocuirea unor elemente din această rețea este descrisă ca problemă rezolvată.

β) Motoarele de curent alternativ, alimentate de obicei la 220 V, se remediază prin rebobinare și recentrare, avînd grijă să menținem poziția pachetului de tole al statorului față de rotor, pentru a nu se inversa sensul de rotație.

Motoarele de c.c. (6—24 V) conțin de obicei în interior un regulator centrifugal, care în unele cazuri comandă introducerea sau scoaterea din circuit a unor rezistențe de reglaj. În cazul funcționării anormale a motorului se verifică starea lor.

4) Comanda electronică a motoarelor de picup este foarte asemănătoare cu cea a casetofoanelor. Vom menționa particularitățile de depanare, referindu-ne la blocul din planșa 2.

Dacă integratul nu livrează tensiunea de alimentare a motorului se verifică întîi T_2 și T_1. De asemenea, verificăm cu milivoltmetrul electronic dacă pe borna (—) a lui C_7 se transferă tensiunea alternativă prin optocuplor (brațul picupului în poziție de lucru). Se verifică apoi *UL 1901 M*. În cazul unei viteze anormale, se verifică starea lui P_{10} și respectiv P_{11} (cu comutatorul de turație pe 45 respectiv 33 rpm. Verificarea generală va urma calea din figura 14.15.

4. PROBLEME DE DEPANARE REZOLVATE

14.1. Cum se rezolvă practic înlocuirea unei doze magnetice cu una piezoceramică?

Rezolvare. După rezolvarea problemelor de fixare și interconectare, se reglează forța de oprire corespunzător noii doze în general (5—6 g) și se poziționează reglajul *antiskating* pe aceeași valoare. Dacă șuntarea dozei cu rezistor de 12 kΩ (pe fiecare canal) nu dă rezultate optime (caracteristică de frecvență și nivel de ieșire) se procedează astfel (fig. 14.16):

— cu potențiometrul de 100 kΩ la valoarea minimă se reglează „după ureche" tonalitatea audiției pe un disc cunoscut. Se măsoară valoarea potențiometrului în această poziție și se înlocuiește cu un rezistor fix;

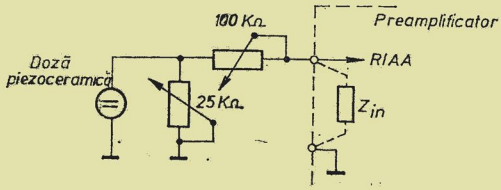


Fig. 14.16. Adaptarea unei doze piezoceramice la un preamplificator de doză magnetică.

— din potențiometrul de 100 kΩ se ajustează apoi nivelul audiției, pînă ce acesta devine compatibil cu restul surselor (se verifică prin comutări succesive radio-picup). Se înlocuiește și acesta cu un rezistor fix.

14.2. Care sînt etapele de depanare și verificare ale unui picup?

Rezolvare. După verificarea și depanarea părții de antrenare (motor, bloc electronic de reglaj al funcției) se verifică și se reglează obligatoriu turația pe toate vitezele fie cu un disc stroboscopic și un bec cu neon (în cazul în care picupul nu are marcaje stroboscopice pe marginea platanului), fie cu un disc de testare (care are imprimată o frecvență cunoscută), un generator audio și un osciloscop, prin *metoda Lissajous*.

Se verifică și eventual se înlocuiește doza ca la problema 14.1. La picupurile care nu au pe braț marcaje ale forței de apăsare, se procedează obligatoriu la *cîntărirea* sistemului braț-doză cu o pîrghie de tip *I* cu brațe egale, pe care la un capăt așezăm cu grijă acul, iar la celălalt o greutate de valoare egală cu forța de apăsare cerută de doză.

În final se verifică și se reglează suspensia picupului. Corectitudinea reglajului suspensiei se verifică cu un disc imprimat cu semnale de amplitudine mare și cu reglajele de volum și bas ale amplificatorului pe poziții cît mai aproape de maxim, în care caz nu trebuie să apară fenomenul de reacție acustică.

14.3. Se poate înlocui un motor de casetofon (picup) cu altul? În ce condiții?

Rezolvare. Ne vom referi la motoarele de c.c. Este posibilă înlocuirea în următoarele condiții:

— noul motor să aibă același sens de rotație;

— motorul să fie de tensiune egală sau mai mică decît cel original;

— să existe posibilitatea de fixare a noului motor în așa fel încît axul său să se poziționeze în plan vertical și orizontal în vechile coordonate;

— să fie de aceeași turație sau apropiată.

În cazul tensiunii de alimentare diferite dar mai mici, problema se rezolvă înseriind, între noul motor și partea de alimentare, o diodă Zenner cu tensiunea egală cu diferența dintre tensiunea vechiului motor și cea de alimentare a noului motor, care să asigure stabilizarea la curentul consumat. Întrucît stabilizarea nu este perfectă, se menține un reglaj de turație în limite mici din vechiul reglaj de turație.

În cazul turației diferite a noului motor, dacă această diferență este mică, ea se compensează din reglajul stabilizatorului de turație. Dacă diferența de turație este mare, este necesară înlocuirea fulicei motorului. Aceasta se înlocuiește păstrînd relația: *turație veche/turație nouă = diametru fulie nouă / diametru fulie veche*. Se ia în calcul diametrul pe care se „așază" cureaua de transmisie.

14.4. Care este succesiunea recomandată în depanarea amplificatorului de imprimare-redare și a oscilatorului casetofonului din combina *UNIVERS* (v. figura. 14.4).

Rezolvare. Se verifică tensiunile de c.c. în punctele marcate în schemă, care trebuie să aibă valorile indicate sau foarte apropiate. În caz contrar, se înlocuieşte componenta defectă. Defectarea unui tranzistor din grupul T_{802}, T_{803}, T_{804} cuplat în c.c. duce la dezechilibrarea întregului grup. După înlocuirea componentei defecte cu alta de acelaşi tip (la tranzistoare) şi de aceeaşi valoare (la rezistenţe) nu sînt necesare reglaje. Cu casetofonul pe poziţia *imprimare* se verifică blocul de reglaj automat al amplificării astfel:

— se introduce un semnal sinusoidal din generator în mufa de intrare sau în punctele *803, 802* din schemă (nivelul semnalului introdus va fi de aproximativ 250 mV);

— se măsoară cu un milivoltmetru electronic nivelul în emitorul lui T_{804};

— se şuntează D_{802}, în care caz, dacă *RAA* funcţionează, nivelul măsurat trebuie să crească;

— se variază nivelul semnalului de intrare cu 20 dB, în care caz indicaţia milivoltmetrului nu trebuie să varieze mai mult de 2 dB.

Următoarea etapă este verificarea oscilatorului de premagnetizare-ştergere. Cu casetofonul pe poziţia *imprimare* se verifică alimentarea lui T_{806}. Se verifică existenţa oscilaţiei, cuplînd milivoltmetrul în paralel pe capul de ştergere (după ce acesta a fost verificat ohmmetric).

14.5. Cum se calculează elementele unei reţele de corecţie *RIAA*?

Rezolvare. Considerăm o reţea de tipul din figura 14.2, *a*.

Ţinînd cont că (v. figura 14.3) $t_1 = 318\ \mu s$, $t_2 = 75\ \mu s$ şi $t_3 = 3\,180\ \mu s$ (pentru norma *RIAA*), se aplică relaţiile:

$$t_1 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} C_2;\ t_2 t_3 = R_1 R_2 C_1 C_2;$$

$$t_2 + t_3 = R_1 C_1 + R_2 C_2 + R_2 C_1.$$

Ţinînd cont că impedanţa la 1 000 Hz a grupului este aproximativ R_1 se determină elementele R_1, R_2, C_1 şi C_2. Rezistorul R se alege în funcţie de amplificarea la 1 000 *Hz* a etajului, care este dată de relaţia:

$$A_{1000} = \frac{R_1}{R}.$$

Pentru reţeaua din figura 14.2, *b* relaţiile de calcul sînt: $R_1 C_1 = 3180\ \mu s$, $C_1 R_2 = 318\ \mu s$, $C_2 R_2 = 75\ \mu s$ şi se ţine cont că R_1 se determină ca la exemplul anterior.

14.6. Cum se redimensionează elementele circuitului de reglaj compensat de volum (*loudness*)?

Rezolvare. Problema apare la schimbarea potenţiometrului de volum cu altul de valoare diferită.

Considerăm cazul cel mai uzual al potenţiometrului de volum cu o priză şi o curbă de răspuns a circuitului ca în figura 14.17.

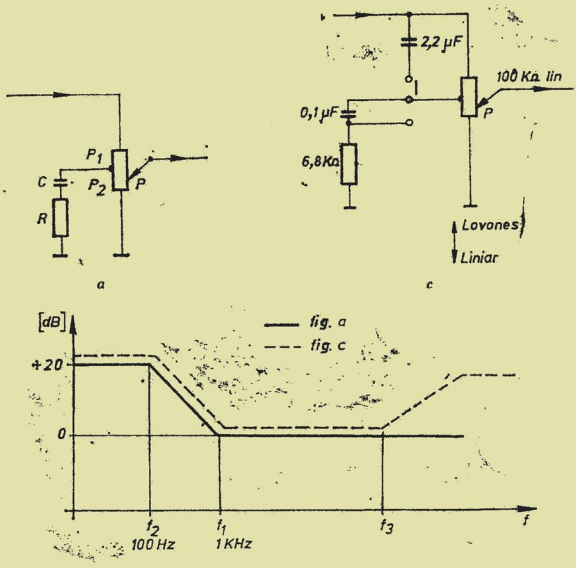


Fig. 14.17. Reglajul compensat al volumului:
a — schema electrică; *b* — curba teoretică de răspuns.

Relaţiile de calcul sînt:

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{P_2}{R} \text{ şi } \frac{1}{f_1} = RC.$$

Valorile cele mai uzuale pentru f_1 şi f_2 sînt: $f_1 = 1$ kHz şi $f_2 = 100$ Hz. Considerînd P cu variaţie liniară a caracteristicii, rezultă $P_1 = P_2 = \frac{P}{2}$ (în cazul cel mai frecvent al prizei montate la mijlocul cursei mecanice). P este valoarea ohmmică a noului potenţiometru.

Capitolul 15

ACTUALITĂŢI ŞI TENDINŢE ÎN TEHNICA RADIORECEPTOARELOR ŞI A COMBINELOR

A. TENDINŢE MODERNE ÎN CONSTRUCŢIA RADIORECEPTOARELOR

În contextul general de dezvoltare şi diversificare a producţiei de bunuri de larg consum se înscrie şi producţia de radioreceptoare, principalele preocupări pentru realizarea unor radioreceptoare competitive fiind următoarele :

— forme moderne de prezentare în concordanţă cu cerinţele pieţii ;
— facilităţi noi oferite utilizatorilor ;
— performanţe electrice ridicate ;
— reducerea numărului de componente discrete în raport cu complexitatea radioreceptorului ;
— miniaturizarea şi reducerea greutăţii ;
— fiabilitate sporită ;
— costuri scăzute.

Realizările actuale şi tendinţele în tehnica radioreceptoarelor sînt o consecinţă a dezvoltării tehnologiilor de fabricaţie a componentelor destinate industriei electronice şi reprezintă un rezultat al noilor concepţii de proiectare şi fabricaţie, aplicate în intreprinderile producătoare de radioreceptoare. Avînd în vedere spaţiul limitat al acestui capitol, se vor prezenta numai cîteva aspecte de actualitate şi de perspectivă în tehnica de recepţie a semnalelor de radiodifuziune, analizate prin prisma dezvoltării şi diversificării producţiei de componente electronice utilizabile în schemele electrice ale radioreceptoarelor.

În ţara noastră, fabricantul principal de dispozitive semiconductoare este *IPRS*—Băneasa, care a obţinut rezultate remarcabile în acest sens, oferind proiectanţilor de radioreceptoare următoarele categorii de circuite integrate :

— amplificatoare *AF* de putere : seria *TBA 790—2,5* W ; seria *TCA 150* — 5 W ;
— circuite integrate pentru radioreceptoare cu clasă medie : *TBA 570—rr MA/MF* ; *TAA 661* — amplificatori-demodulator *FI—MF* ;
— circuite integrate pentru radioreceptoare de înaltă fidelitate : *βA 758* — decodor stereo ; *βM 381/382/387* — preamplificator dual cu zgomot redus ; *βM 3189* — bloc de *FI—MF* ; *TDA—1 046* — amplificator-demodulator *MA* ;
— circuite integrate de uz general cu aplicaţii şi în tehnica *rr* : *βM 723* — stabilizator de tensiune universal ; *TAA 550* — stabilizator de tensiune pentru polarizarea diodelor varicap ; *SAS 560 S/SAS 570 S* — taster senzorial cu patru canale ; *SAS 6800/6804* — taster senzorial cu

celule acționate independent; *TDA 1028* — patru comutatoare de semnale *AF* cu două poziții; *TDA 1029* — două comutatoare de semnale *AF* cu patru poziții.

Dintre multiplele realizări ale întreprinderilor de componente electronice din țara noastră, mai trebuie amintite: diodele electroluminiscente pentru diverse afișaje, filtrele ceramice pentru etajele de frecvență intermediară de 455 kHz pentru *MA* și 10,7 MHz pentru *MF*, diodele varicap pentru acordul oscilatoarelor locale și al circuitelor acordate din amplificatorul de radiofrecvență, condensatoarele cu tantal și condensatoarele ceramice multistrat, avantajoase în tehnica *rr* prin dimensiunile reduse și prin fiabilitatea lor ridicată etc.

Aceste componente electronice de producție recentă oferă proiectanților și fabricanților de radioreceptoare posibilitatea de realizare a unor produse competitive pe piața mondială.

Reducerea numărului de componente discrete în tehnica radioreceptoarelor se realizează prin utilizarea circuitelor integrate. De exemplu, pentru un radioreceptor *MA/MF* realizat cu circuitul integrat *TDA 570* mai sînt necesare doar următoarele blocuri funcționale: circuitul de intrare, filtrul de 455 kHz și circuitul acordat al oscilatorului local pentru etajele de *MA*; blocul de *UUS*, filtrul de 10,7 MHz și demodulatorul *MF* pentru etajele de *MF*; etajul final de putere pentru etajele *MA*. Pe această structură sînt realizate radioreceptoarele portabile *MA/MF* tip *SOLO 300* și *SOLO 500* fabricate de Întreprinderea *Tehnoton* — Iași.

În concepția schemelor electrice de *rr* de clasă superioară, pentru îmbunătățirea performanțelor electrice și oferirea de noi facilități utilizatorului în recepția semnalelor de radiofrecvență, se remarcă următoarele tendințe:

— utilizarea tranzistoarelor cu efect de cîmp în etajele de *RF*, în scopul îmbunătățirii sensibilității *rr*, selectivității circuitelor de intrare din etajele *RF* și raportului *semnal/zgomot*;

— adoptarea schemelor de *rr* cu dublă schimbare de frecvență pe patru semnale *MA*, scheme în care prima frecvență intermediară este suficient de ridicată, astfel încît frecvența imagine a postului recepționat să fie suficient atenuată de circuitele selective de la intrarea *rr*;

— realizarea unor benzi de trecere variabile (bandă largă și bandă îngustă) a etajelor de *FI* în scopul atenuării posturilor adiacente postului recepționat;

— introducerea a două game de *UUS* pentru recepția semnalelor *MF* în banda (64—73) MHz (norma *OIRT*) și banda (87—108) MHz (norma *CCIR*), avînd în vedere posibilitățile de extindere a programelor de radiodifuziune pe *MF*;

— realizarea de radioreceptoare fără etaje *AF* de putere, denumite *tuner*, concepute să fie utilizate ca surse de program în sisteme de audiție de înaltă fidelitate. Un astfel de sistem cuprinde un etaj *AF* de putere, stereo, de înaltă fidelitate, care este excitat de diverse surse de program cu performanțe ridicate (casetofoane, picupuri, tunere etc.).

În acest sens, în țara noastră se prevede, printre altele, realizarea unui radioreceptor staționar de înaltă fidelitate în gamele *UL/UM/US/UUS* și a unui tuner cu performanțe ridicate în gamele *UL/UM/UUS*. Performanțele acestor radioreceptoare se apropie de performanțele aparaturii de radiocomunicații profesionale, cum ar fi: sensibilitatea limitată mai bună de 1 μV pe *US* și *UUS*, atenuarea frecvenței imagine mai bună de

50 dB, distorsiuni armonice mai bune de 2% pe *MA* şi de 0,5% pe *MF*, raportul *semnal/zgomot* mai bun de 50 dB, selectivitate mai bună de 60 dB.

Din facilităţile noi oferite utilizatorilor ne vom limita asupra a două dintre ele şi anume circuitul de *muting* şi preselecţia programelor cu taster senzorial.

1. CIRCUITE MUTING ÎN TEHNICA RADIORECEPTOARELOR

În vederea realizării unui acord silenţios pe programul de radiodifuziune dorit, prin suprimarea la audiţie a zgomotelor parazite dintre posturi, se utilizează circuite de atenuare a zgomotului, cunoscute în literatura de specialitate sub denumirea de *circuite muting (squelch)*. Principial, un astfel de circuit analizează nivelul semnalului util şi al zgomotului şi de la un anume prag, denumit *prag de acţionare*, permite aplicarea semnalului *AF* la intrarea amplificatorului *AF*, deci realizează o audiţie normală. Sub acest prag, semnalul *AF* este blocat şi audiţia în difuzor este suprimată.

● Există **două tipuri de circuite muting**, în funcţie de modul de analiză a nivelelor de semnal şi zgomot: *circuite muting care acţionează după nivelul semnalului util cu zgomot* ($S + Zg$) şi *circuite muting care acţionează după raportul dintre nivelul semnalului util cu zgomot şi nivelul zgomotului* ($S + Zg/Zg$). Categoria a doua este utilizată în special în aparatura profesională de radiocomunicaţii şi datorită costului relativ ridicat, pătrunde mai greu în tehnica radioreceptoarelor. Totuşi, este o tehnică modernă care permite audiţia în difuzor doar a posturilor pentru care raportul ($S + Zg/Zg$) este mai mare decît o valoare impusă (de exemplu 20 dB în *MA* şi 26 dB în *MF*).

● Se prezintă în continuare **principiul de funcţionare al circuitelor muting din prima categorie**. Componenta continuă a semnalului de la ieşirea detectorului, al cărui nivel este proporţional cu nivelul semnalului recepţionat de antena *rr*, se aplică unui circuit tip *basculă cu prag*, care compară acest nivel cu o tensiune de referinţă reglabilă care stabileşte pragul de acţionare. Acest circuit funcţionează ca un comutator *AF* (închis-deschis) pe traseul de semnal între etajul de detecţie şi amplificatorul *AF*.

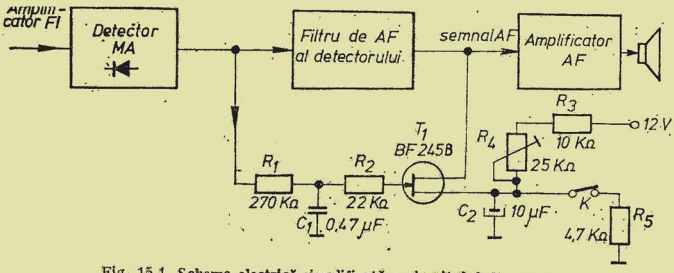


Fig. 15.1. Schema **electrică** simplificată a circuitului de *muting*.

● Pentru exemplificare, în figura 15.1 se prezintă un **montaj practic de circuit muting realizat cu un tranzistor cu efect de cîmp.** Semialternanțele negative ale semnalului detectat sînt filtrate de grupul R_1, C_1 și componenta continuă se aplică pe poarta tranzistorului T_1 (*BF 245 B*). Pragul de acționare se stabilește din semireglabilul R_4. Cînd semnalul pe poarta lui T_1 este sub pragul de acționare, tranzistorul se deschide, scurtcircuitînd semnalul de *AF* util la intrarea amplificatorului *AF* și deci se inhibă audiția în difuzor. Dacă semnalul recepționat este suficient de mare, astfel încît componenta continuă aplicată tranzistorului T_1 depășește pragul de acționare, tranzistorul T_1 se blochează și semnalul *AF* detectat se aplică la intrarea amplificatorului *AF*, permițînd audiția programului de radiodifuziune selectat. Comutatorul K permite selectarea manuală a modului de lucru a *rr* (*cu* sau *fără muting*).

2. TASTERUL SENZORIAL ÎN TEHNICA RADIORECEPTOARELOR

O altă facilitate oferită utilizatorilor o constituie memorarea unui număr de posturi de radiodifuziune (uzual 6 sau 12) și selectarea cu ușurință a acestora, prin simpla atingere cu degetul a senzorului corespunzător postului dorit. Un montaj practic de realizare a unui comutator senzorial cu memorare pentru posturi *MF* cu circuitul integrat *SAS 560 S* este prezentat în figura 15.2. Se observă că se pot selecta trei canale sau acordul manual pe frecvența dorită, prin atingerea cu degetul a senzorilor S_1, S_2, S_3, sau prin manevrarea butonului de acord *UUS*, caz în care se acționează implicit senzorul S_4. Canalul selectat sau poziția de acord manual sînt semnalizate optic prin diodele electroluminiscente D_1, D_2 și D_3 respectiv D_4. La pornirea surselor de alimentare este activat întotdeauna acordul manual. Dacă se dorește ascultarea unuia din cele trei canale memorate, se atinge senzorul corespunzător. Preselectarea programelor de radiodifuziune dorită se realizează din potențiometrul R_7, R_8, R_9, similar cu selecția programelor la selectorul de canale de la televizor. Imunitatea de zgomot a intrărilor senzoriale se obține prin grupurile de filtraj $RC(R_1C_1-R_4C_4)$, iar valoarea rezistențelor este aleasă de asemenea manieră încît să se asigure curentul de comandă necesar pentru selectarea canalului.

Pentru ca tensiunile de polarizare a diodelor varicap din blocul *UUS* să nu aibă reglaje interdependente, cursoarele potențiometrelor R_7-R_{10} sînt izolate galvanic prin diodele D_5-D_8, iar din punctul comun al diodelor se culege tensiunea de polarizare necesară. Tensiunile de polarizare a diodelor varicap pentru capetele benzii de frecvență a *rr*, se stabilesc din U_1 și U_2. La selectarea oricărui canal, impulsul pozitiv care apare pe pinul 2 al circuitului integrat este derivat și se transmite circuitului *CAF* pentru a-i întrerupe funcționarea și circuitului muting pentru a suprima audiția. În acest mod se asigură o comutare silențioasă la trecerea de pe un canal pe altul.

Pentru construirea unui comutator senzorial cu mai mult de patru canale, circuitul *SAS 560* este utilizat împreună cu unul sau mai multe circuite *SAS 570 S*, fiecare circuit *SAS 570 S* adăugînd încă patru canale.

Ca o dezvoltare a circuitelor *SAS 560 S*/*SAS 570 S*, trebuie amintit circuitul *SAS 5800*/*SAS 5 900*, care asigură o întîrziere controlată (reglată de circuitul de muting) între acționarea senzorului și aplicarea tensiunii de polarizare pe diodele varicap, producînd în acest timp un impuls pozitiv utilizabil pentru inhibarea căii de sunet.

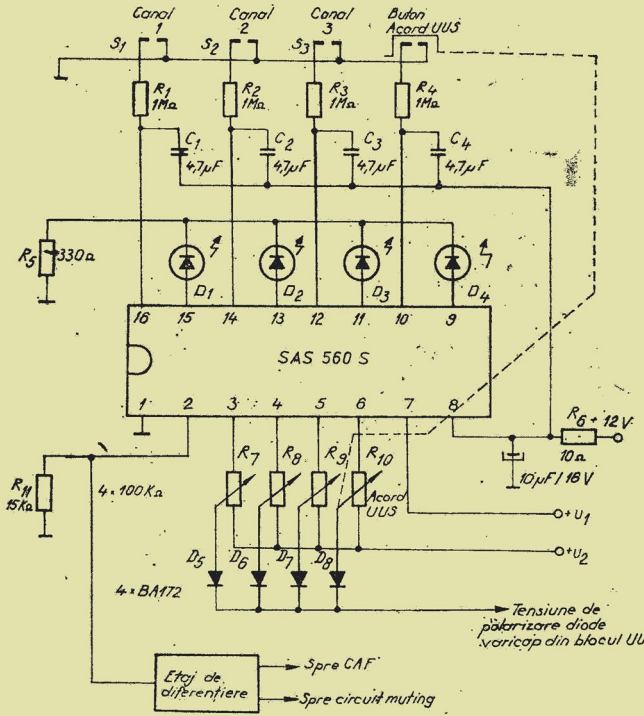


Fig. 15.2. Comutator senzorial cu trei canale memorate.

3. SINTETIZATORUL DE FRECVENȚE ÎN TEHNICA RADIORECEPTOARELOR

O metodă nouă aplicată în tehnica *rr*, pe linia îmbunătățirii performanțelor electrice, o reprezintă înlocuirea oscilatorului local cu un sintetizator de frecvențe, care asigură o stabilitate în timp și o precizie de fixare a frecvenței de acord de ordinul cîtorva Hz la zeci de Hz. Totodată, deoarece comenzile de selectare a frecvenței de acord sînt semnale digitale, se poate realiza memorarea digitală a posturilor preselecționate, iar, prin decodificare, frecvența programului selectat este fixată digital, clasica scară de frecvență devenind inutilă.

Sintetizatorul de frecvențe este un generator de frecvențe discrete, pornind de la o frecvență de referință foarte stabilă. La baza funcționării lui stă principiul buclei de fază închisă, cunoscută sub denumirea de *cir-*

cuit PLL (*PLL* — phase locked-loop), prezentat în figura 15.3, *a*. Frecvenţa semnalului de la ieşirea oscilatorului comandat în tensiune, care în lipsa reacţiei de la ieşire la intrare ar varia în timp, este menţinută la valoarea $f_0 = f_R$, unde f_R este o frecvenţă foarte stabilă denumită *frecvenţă de referinţă*. În acest caz, bucla este în sincronism, iar între frecvenţele f_0 şi

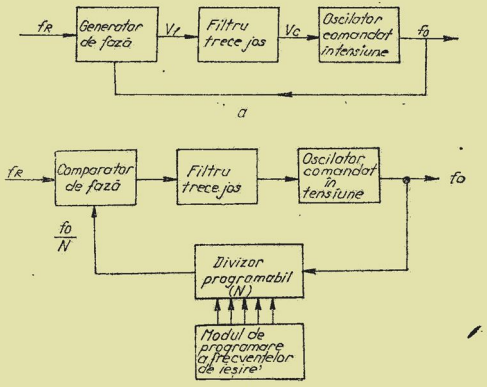


Fig. 15.3. Sintetizatorul de frecvenţă cu buclă *PLL*:
a — buclă *PLL*; *b* — principiul sintetizatorului.

f_R există doar o diferenţă de fază constantă, de obicei $\pi/2$. La ieşirea comparatorului de fază rezultă un semnal V_f, proporţional cu această diferenţă de fază, care, filtrat (V_c), constituie tensiunea de comandă necesară oscilatorului pentru generarea frecvenţei f_0. Orice deviaţie de la frecvenţa nominală de ieşire (f_0) este tradusă de compensatorul de fază într-un semnal ΔV_f care, filtrat, dă naştere unui semnal ΔV_c ce acţionează asupra oscilatorului comandat în tensiune, în sensul readucerii frecvenţei de ieşire la valoarea nominală.

Pentru realizarea unui sintetizator de frecvenţe, în bucla de reacţie de la ieşire la intrare a circuitului *PLL* se introduce un divizor de frecvenţă programabil (v. fig. 15.3, *b*). Bucla este în sincronism cînd frecvenţa de referinţă (f_R) este egală cu frecvenţa de ieşire divizată într-un raport ales (N) şi din această egalitate rezultă imediat că frecvenţa de ieşire este un multiplu al frecvenţei de referinţă ($f_0 = Nf_R$). Modificînd raportul de divizare prin modul de programare a frecvenţelor de ieşire, sintetizorul va genera un set de frecvenţe distanţate între ele, iar distanţa între două canale alăturate poartă denumirea de *ecart* (*pas*) *de frecvenţă*. În cazul nostru, ecartul de frecvenţă este egal cu frecvenţa de referinţă.

În funcţie de gama de frecvenţe şi de ecartul de frecvenţă dorit, se aleg diverse variante de sintetizoare, toate însă structurate pe schema bloc prezentată anterior.

Deoarece frecvenţa de ieşire a sintetizorului este întotdeauna un multiplu întreg al frecvenţei de referinţă, stabilitatea şi precizia fixării frecvenţei

este determinată numai de stabilitatea și precizia de fixare a frecvenței de referință. Aceasta este de ordinul $\pm 50 \cdot 10^{-6} f_R$ la oscilatoarele cu cristale de cuarț uzual, sau $\pm 3 \cdot 10^{-6} f_R$ la oscilatoarele cu cuarț termostatate.

Pentru o mai bună înțelegere a aplicării acestei metode noi în tehnica *rr*, în figura 15.4 se prezintă **schema bloc a unui radioreceptor MA/MF produs de firma SONY**. Selectarea postului dorit se realizează cu ajutorul tastaturii disponibile, iar frecvența postului este afișată digital pe panoul *rr*. Prin intermediul blocului de control, frecvența selectată este transformată în comenzi digitale, care se aplică divizoarelor programabile ale sintetizoarelor de frecvențe (pentru recepție *MF*, doar sintetizorului *MA/MF*, iar pentru recepție *MA*, ambelor sintetizoare) pentru a genera frecvența necesară a oscilatoarelor locale. Ecartul de frecvență este de 100 kHz în *MF* și de 1 kHz în *MA*, ceea ce permite practic recepția oricărui post de radiodifuziune.

Trebuie precizat că în bucla sintetizorului *MA/MF* a fost introdus un divizor fix de maximă viteză Q (:20) pentru a reduce frecvența de lucru a divizorului programabil, care trebuie să fie de obicei mai mică de 10 MHz, pentru a asigura funcționarea corespunzătoare a circuitelor integrate uzuale, cu ajutorul cărora este realizat.

Frecvența etalon pentru ambele sintetizoare se obține de la un singur oscilator cu cuarț pe frecvența 5,76 MHz, sau este divizată cu 1 152 la sintetizorul *MA/MF*, pentru obținerea unei frecvențe de referință de 5 kHz și suplimentar cu 5, la sintetizorul *MA*, pentru obținerea unei frecvențe de referință de 1 kHz (ecartul de frecvență al sintetizorului *MA/MF* este egal cu $f_R Q = 5\ \text{kHz} \cdot 20 = 100\ \text{kHz}$).

Pentru realizarea celei de a doua frecvență intermediare, în etajele *MA* de 10,7 MHz, în bucla sintetizorului *MA* a fost introdus un oscilator cu cuarț suplimentar pe frecvența 55,301 MHz.

Introducerea sintetizoarelor de frecvență în schemele de radioreceptoare este înlesnită de scăderea costului circuitelor integrate digitale, necesare pentru realizarea lor.

4. O CONCEPȚIE NOUĂ ÎN TEHNICA REALIZĂRII UNUI RADIORECEPTOR MF

În cele ce urmează se prezintă o concepție nouă asupra posibilităților de realizare a unui radioreceptor *MF*. Integrarea totală a unui radioreceptor *MF* a fost împiedicată de necesitatea utilizării circuitelor acordate *LC* în etajele *rr*. O metodă nouă pentru eliminarea lor este reducerea frecvenței intermediare uzuale de 10,7 MHz la o frecvență care să permită acordul pe *FI* cu filtre active *RC*, realizate cu amplificatoare operaționale. În alegerea valorii frecvenței intermediare, trebuie făcut un compromis între suprimarea semnalelor parazite (de exemplu frecvența imagine), obținerea unui raport $(S + Zg)/Zg$ corespunzător și suprimarea modulației parazite de amplitudine. Totodată, în concepția radioreceptoarelor trebuie avut în vedere că este indicat să se asigure suprimarea zgomotului dintre posturi și a zgomotului suprapus peste un semnal slab, concomitent cu suprimarea acordurilor parazite din jurul frecvenței centrale a stației dorite (acorduri laterale).

În acest sens, s-a dezvoltat un sistem de recepție *MF*, care utilizează o frecvență intermediară de 70 kHz, iar pentru suprimarea acordurilor laterale se utilizează un circuit muting controlat de un corelator al frec-

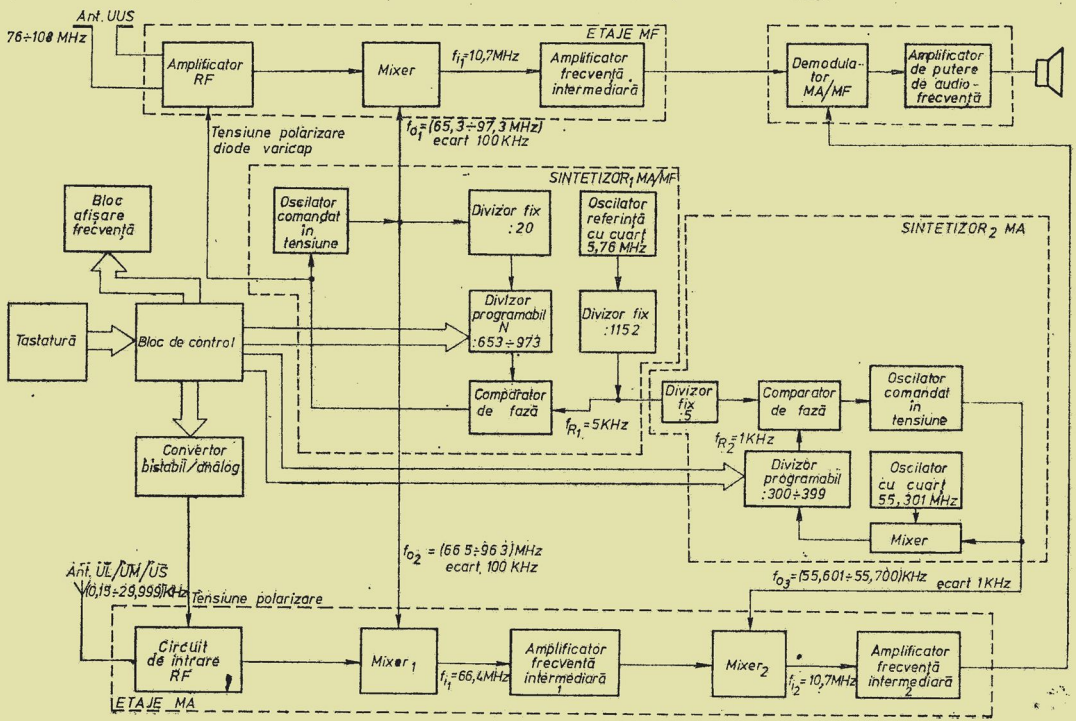


Fig. 15.4. Schema bloc a radioreceptorului *ICF—2001—SONY*.

venței intermediare. Pentru ca distorsiunile armonice la deviația maximă de frecvență de ± 75 kHz a semnalului recepționat (emisiuni *MF* mono) să fie în limite normale (<3%), această deviație este comprimată la ±15 kHz, controlînd oscilatorul local într-o buclă de frecvență închisă denumită *FLL* (frequency locked-loop). Acțiunea combinată a circuitului muting și a buclei *FLL* duce și la suprimarea frecvenței imagine.

Circuitul integrat *TDA 7 000*, conceput pe baza acestei metode noi, se poate utiliza la realizarea unui radioreceptor *MF* mono. Ca elemente exterioare mai sînt necesare doar circuitul acordat al oscilatorului local, cîteva condensatoare ceramice și un rezistor de sarcină pentru ieșirea de *AF*.

În figura 15.5 se prezintă **schema unui rr MF mono realizat cu circuitul integrat TDA 7 000.** Se observă că principalele blocuri funcționale ale circuitului integrat sînt: oscilatorul local, mixerul, două filtre active pe frecvență intermediară, un etaj amplificator/limitator pe *FI*, demodulatorul *MF* în cuadratură și circuitul muting controlat de corelator. Se remarcă că *rr* nu necesită circuite acordate variabile în etajele de radiofrecvență. Suprimarea modulației parazite de amplitudine este realizată prin cîștigul de conversie a mixerului și prin cîștigul foarte mare al amplificatorului/limitator. Frecvența intermediară de 70 kHz elimină problemele de instabilitate la intrarea *rr*, datorate radiației în antenă a armonicilor superioare ale frecvenței intermediare.

Principalele performanțe electrice ale acestui *rr* sînt:

— tensiunea redusă de alimentare: 4,5 V;
— consumul mic de curent: 8 mA;
— sensibilitatea: 1,5 μV;
— semnalul *AF* la ieșire: 75 mV;
— distorsiuni armonice: sub 2,3%;
— atenuarea modulației parazite: 50 dB.

Semnalul de *AF* poate fi amplificat, în funcție de cerințele puterii de *AF* impuse *rr* cu un amplificator *AF* separat.

Aria de utilizare posibilă a circuitului integrat *TDA 7 000* este foarte largă. Miniaturizarea, absența bobinelor de *RF*, asamblarea simplă a unui *rr*, tensiunea de alimentare și consumul de curent reduse oferă posibilitatea închiderii unui *rr* *MF* într-un ceas de mînă, într-o brichetă, sau într-un calculator de buzunar.

Totodată, circuitul integrat *TDA 7 000* se poate adapta ușor la realizarea unui *rr* *MF* cu performanțe ridicate.

B. SISTEME MODERNE DE CONSTRUCȚIE A COMBINELOR

1. BAUSTEIN-SYSTEM

Vom începe cu prezentarea sistemului lansat de firma Schneider (*Baustein-system*), pentru particularitățile sale care, este de presupus, îl fac apt pentru o generalizare în viitor.

Combina *DOS 8070* este compusă din: receptor radio, preamplificator, casetofon, boxe active, receptor *TV*, monitor *TV* și bloc de telecomandă. Se mai livrează cu un bloc de programare-telecomandă, separat, sau în varianta cu bloc amplificator de putere separat și boxe pasive. De asemenea, în dotare mai poate intra un picup.

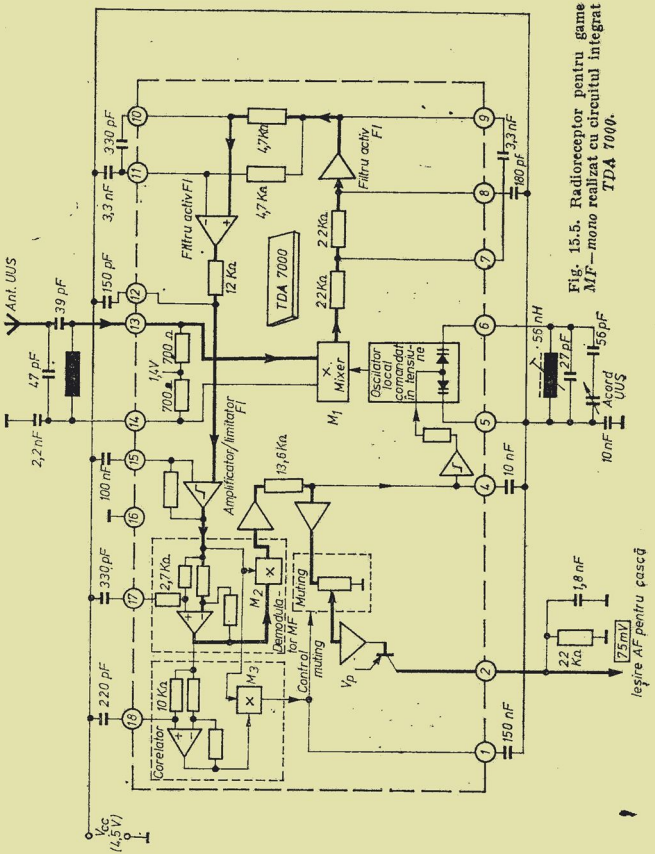


Fig. 15.5. Radioreceptor pentru game *MF—mono* realizat cu circuitul integrat *TDA 1000*.

Noutatea la acest complex constă în posibilitatea de interconectare prin cuple (fără cordoane de legătură) a tuturor blocurilor. Cuplele sînt poziţionate astfel pe carcase, încît permit conectarea blocurilor în orice ordine pe verticală, pe orizontală sau combinat, prin simplă aşezare. Cu alte cuvinte, pe lîngă caracteristicile tehnice deosebite ale combinei, aceasta mai prezintă avantajul unui design variabil, în funcţie de necesităţi şi de aspectul interiorului.

O variantă a combinelor, care se răspîndeşte tot mai mult în ultima vreme, sînt *combinele auto*, începînd cu simplele radiocasetofoane auto şi pînă la complexe care rivalizează ca dotare şi performanţe cu cele de apartament.

Tendinţele mai importante în construcţia acestora sînt:

— *construcţia monobloc*, miniaturizată a combinei;

— *realizarea de combine din blocuri detaşate*, de asemenea de dimensiuni foarte mici.

● În primul caz (*monobloc*), construcţia mecanică este compatibilă cu cea a unui radiocasetofon auto, cuprinzînd însă o serie de dotări, ca: egalizor, afişaj numeric de frecvenţă şi timp, preamplificator de imprimare pe casetă după radio sau microfon, acord cu posturi fixe, „fader" pentru deplasarea audiţiei faţă-spate. Este de menţionat că în acest volum extrem de mic (mască înaltă de 4—5 cm, 17—18 cm lungime şi circa 12 cm adîncime) sînt incluse o serie de blocuri proprii în general combinelor staţionare de mari dimensiuni.

Puterile de ieşire ajung curent la 2 × 20 W fără bloc suplimentar de putere.

● **Combinele auto realizate din blocuri separate** sînt concepute pentru a fi aşezate sub bord sau pe consolă şi cuprind de regulă: un receptor radio, un casetofon cu performanţe deosebite, un preamplificator şi un egalizor. Blocul audio de putere este şi el încorporat (în cazul puterilor pînă la 2 × 20 W), sau este construit ca bloc separat aşezat în portbagaj, în care caz poate ajunge la puteri audio de 2×100 W.

Cu excepţia dimensiunilor mici (aproximativ 170 × 200 × 120 mm), acest tip de combine se remarcă prin performanţe asemănătoare cu cele ale combinelor staţionare (deci foarte bune). Probleme deosebite au apărut în concepţia şi construcţia blocului de putere audio care, la performanţele menţionate, nu se mai alimentează direct la 12 V, ci prin intermediul unui convertor c.c.—c.c. ridicător de tensiune. De asemenea, datorită amplasării în portbagaj, au trebuit rezolvate probleme mai deosebite de electrosecuritate şi de disipare a căldurii degajate. Sistemul acustic este şi el deosebit de complex şi cuprinde în general:

— două incinte pentru sunete înalte amplasate pe bord;

— patru incinte montate în uşi (uzual cu două căi);

— două incinte (cu 2—3 căi) amplasate în spate; în funcţie de varianta adoptată, incintele au, curent, puteri de 40—100 W cu o bandă de frecvenţă redată începînd de la 40—70 Hz şi pînă la 18 000—20 000 Hz. Aceste performanţe sînt realizate la dimensiuni foarte mici ale incintelor. Vom da ca exemplu o incintă „de spate" cu trei căi, care, la 50 W şi o bandă de frecvenţe de 80—18 000 Hz, are dimensiunile 11 × 21,5 × 14 cm şi o incintă pentru montat în uşă cu două căi, de 40 W (100 — 18 000 Hz), cu dimensiunile: Ø 14 cm şi 2,8 cm adîncime maximă.

Constructiv, mai trebuie menţionat că o parte din constructorii au realizat un „mini-rack" care conţine partea de cuplare şi alimentare de la reţea.

Prin detaşarea combinei din bord şi introducerea printr-o cuplă în acest „rack", aceasta poate funcţiona staţionar în apartament, prin utilizarea boxelor de spate (detaşabile şi ele), sau a unor boxe staţionare (eventual

active). Nu s-au menționat exemple de firme constructoare, tocmai pentru că sistemul are tendințe de generalizare și îl regăsim la mai mulți producători. De asemenea, se mai include uneori în construcția combinei un amplificator de microfon, pentru un microfon atașat în bord. Acesta, prin intermediul amplificatorului de putere, atacă un difuzor de construcție specială montat în fața autoturismului.

Prin intermediul acestui accesoriu, conducătorul auto poate „conversa" cu participanții la trafic. Utilitatea sa este discutabilă, ca și a puterilor exagerat de mari menționate anterior.

3. MICROCOMBINE

O altă tendință în construcția combinelor este aceea a realizării combinelor „de buzunar", care sînt denumite *microcombine*.

Cea mai simplă categorie de astfel de combine sînt radiocasetofoanele de buzunar cu ascultare în căști, denumite „walk-man" sau „music-walker". Cu toate dimensiunile extrem de reduse, performanțele casetofonului inclus sînt deosebite (la nivelul celor staționare).

Vom menționa tipul *PH—45* (*Fisher*) care la dimensiunile 8 × 3 × 11 cm și o greutate de 260 g conține un casetofon prevăzut cu : comutare normal, crom și metal, sistem Dolby, sistem „autoreverse", cu difuzor încorporat. Casetofonul este realizat numai pentru redare, iar partea de radiorecepție (*UM*, *UUS*, *stereo*) este montată într-o carcasă compatibilă cu o casetă compact și care se montează în locul acesteia printr-o cuplă.

Alte tipuri încorporează în dimensiuni de același ordin de mărime două difuzoare, partea de imprimare a casetei și două microfoane.

Un sistem deosebit de realizare este acela numit *microcangur*. În esență, este un casetofon de mici dimensiuni, ca cele menționate anterior, care se poate introduce într-o carcasă care conține : radioreceptorul, amplificatoarele audio, difuzoarele și partea de alimentare de la rețea. Casetofonul este alimentat din acumulatoare.

Ca accesorii pentru aceste microcombine, vom menționa două mai deosebite :

— un *micropicup* (*AUDIO-TECHNICA*), care în poziție de transport are dimensiunile 99 × 65 × 290 mm și are următoarele caracteristici : doză magnetică, bandă de frecvențe redată 30 — 25 000 Hz, preamplificator *RIAA* (±1 dB) și amplificator de casă încorporate, două viteze (33 1/3 și 45 rpm). Picupul funcționează cu toate mărimile de discuri, desigur așezat pe o suprafață plană ;

— *boxe cu amplificator și partea de alimentare încorporate*. Dimensiunile uzuale sînt de aproximativ 10 × 6 × 5 cm la o putere de 5 W, avînd încorporate și reglajele de volum și ton.

C. EXTINDEREA FUNCȚIILOR COMBINELOR

Tendința actuală este de a transforma combinele de apartament în aparate tot mai complexe și care depășesc cu mult utilitatea lor de instrumente muzicale. Cel mai simplu exemplu este montarea pe aparat a unui ceas electronic care îndeplinește și funcția de programator simplu. Pasul

următor a fost corelarea între afișajul numeric al ceasului și afișarea altor funcții ale combinei. O dată cu introducerea acordului electronic, s-a introdus și afișarea numerică a frecvenței de acord.

Prin dezvoltarea ceasului încorporat s-a ajuns la programatoare complexe care realizează : pornirea-oprirea la date și ore stabilite, comutarea funcțiilor, imprimarea automată a unor programe, redarea lor la datele și în ordinea stabilită etc. În esență, este vorba de un microcomputer care, comandînd o astfel de combină complexă, a eliminat necesitatea prezenței într-o locuință a mai multor aparate cu același rol. Prin cuplarea unui astfel de sistem, care conține și un receptor *TV*, la o rețea „teletext" sau „videotext", acesta a preluat și funcția de informare la domiciliu.

D. ACCESORII PENTRU COMBINE

Marea varietate de tipuri și soluții constructive în domeniul combinelor a dus la crearea unei game largi de accesorii pentru acestea.

Accesoriile specifice minicombinelor și combinelor auto au fost enumerate la punctele *B* și *C*.

De asemenea, o parte din sistemele de redare și dispozitivele prezentate în capitolele 13, 14 se livrează ca accesorii. La punctele *E* și *F* vor fi prezentate cele specifice casetofoanelor și, respectiv, picupurilor.

Din dotarea combinelor moderne mai putem cita *elementele de mobilier*, *antenele electronice* (prevăzute cu amplificator pentru gama *UUS*) *de cameră*, *microfoanele* și *căștile*.

Dintre acestea, căștile sînt frecvent utilizate ca sistem de reproducere, datorită calității sonore deosebite pe care o asigură și a posibilității utilizării lor în orice moment ca element de control sau de audiție. Ca exemplu menționăm că, la ora actuală, o cască de calitate asigură o bandă de frecvențe de 20—20 000 Hz și chiar mai mult, majoritatea avînd încorporate reglaje de volum, balans și ton. De asemenea, utilizarea lor este indispensabilă în cazul aparatelor de buzunar, pentru care au fost create modele de dimensiuni mici și cu performanțe ridicate.

E. REALIZĂRI ACTUALE ÎN DOMENIUL IMPRIMĂRILOR PE BANDĂ MAGNETICĂ

1. IMPRIMAREA SUNETULUI ÎN IMPULSURI PE VIDEOCASETE

O dată cu creșterea performanțelor unor componente ale lanțului audio (amplificatoare, incinte), s-a simțit nevoia creșterii calității surselor de semnal. În acest sens, cea mai rămasă în urmă este imprimarea pe bandă magnetică, care la ora actuală satisface din punctul de vedere al benzii de frecvențe redate, dar nu și ca distorsiuni, raport *semnal/zgomot* și dinamică. Pentru eliminarea acestor neajunsuri s-au realizat dispozitive de imprimare în impulsuri pe bandă magnetică.

Magnetofoanele actuale nesatisfăcînd ca bandă de frecvențe necesitățile imprimării în impulsuri, s-au creat adaptoare pentru imprimarea audio

pe videocasete (*PCM — Adaptor, OPTONICA*). Un astfel de adaptor transformă semnalul audio într-un tren de impulsuri livrat unui videocasetofon, la redare realizînd transformarea inversă.

Performanțele sînt deosebite : 90 dB dinamică, 90 dB diafonie, distorsiuni sub 0,01% în banda audio.

2. NOI TIPURI CONSTRUCTIVE DE CASETE

În ideea apropierii calității imprimărilor pe casetofon de cea realizată de magnetofon, s-a creat o casetă de dimensiuni mai mari, conținînd bandă de lățime normală (6,3 mm) și lucrînd pe viteza de 9,5 cm/s. Evident, partea mecanică a casetofonului a fost adaptată pentru noile dimensiuni de casetă și partea electronică realizată pentru viteza de derulare de 9,5 cm/s, ajungîndu-se la o bandă de frecvențe redată de pînă la 30 000 Hz.

În domeniul casetelor compact s-a acționat pe de o parte asupra benzii (FeCr, metal) și pe de alta asupra construcției mecanice, realizîndu-se casete cu folie ondulată de ghidare a benzii, cu mecanisme speciale de întindere și, în ultima vreme, montîndu-se banda pe două minirole incluse în casetă (reducîndu-se, însă, în acest caz, timpul de redare). S-au realizat de asemenea, casete speciale pentru autoturisme, confecționate din materiale plastice rezistente la temperatură.

3. ACCESORII PENTRU CASETOFOANE

O dată cu creșterea performanțelor casetofoanelor, au fost realizate accesorii specifice, în special pentru întreținerea capetelor. Astfel, au fost realizate casete pentru curățirea capului și dispozitive de demagnetizare. O variantă de demagnetizor, comodă în utilizare, este formată dintr-un oscilator și o bobină, introduse într-o casetă de formă obișnuită împreună cu sursa de alimentare. Caseta de demagnetizare se introduce în locul casetei, la apăsarea clapei *start* realizîndu-se declanșarea dispozitivului. Oprirea se face după un anumit timp, automat.

F. NOUTĂȚI ÎN DOMENIUL CONSTRUCȚIEI PICUPURILOR

1. DOZE DE REPRODUCERE

Deși principiul de funcționare nu este nou, menționăm totuși răspîndirea în ultima vreme a dozelor de tip „moving-coil".

Utilizarea lor a fost limitată datorită tensiunii foarte mici livrată (sub 100 μV/47 Ω), ceea ce necesită preamplificatoare cu amplificări mari (realizate doar recent, cu un raport *semnal/zgomot* satisfăcător).

2. SISTEMUL COMPACT-DISC

Sistemul *compact-disc* utilizează tehnica de înregistrare digitală pe un disc cu diametrul de 12 cm, asigurînd un timp de redare de circa o oră.

Sistemul de citire a discului utilizează un fascicul de lumină monocromatic (laser), fără a intra în contact mecanic cu discul.

Avantajele sînt atît de ordin mecanic (dispare uzura discului, care la discurile obișnuite este foarte rapidă), cît și ca performanțe electrice (dinamică : 90 dB, caracteristică de frecvență : 20—20 000 dB, factor de distorsiuni sub 0,005%). Pe lîngă aceste avantaje, discul compact prezintă o manevrabilitate și o depozitare foarte comode.

3. SOLUȚII CONSTRUCTIVE ACTUALE

O soluție care s-a impus datorită avantajelor ei, este aceea a realizării *picupurilor cu translație.* La acest tip de picupuri „citirea" discului nu se mai face unghiular, ci translatînd doza de-a lungul razei discului. În acest mod, redarea nu mai suferă influența erorilor unghiulare datorate pivotării brațului, erori care au pus probleme constructorilor de picupuri, deoarece și „imprimarea" matrițelor pentru discuri se face tot prin translație. Un alt avantaj al acestui tip de citire constă în micșorarea dimensiunilor picupului (picupul *SL—10* are dimensiunile 315 × 315 × 88 mm).

O altă soluție adoptată de unii constructori este livrarea picupului în sistem *Kit.* De exemplu, firma *Tehnics* a construit un sistem de antrenare „direct-drive" pilotat cu cuarț în două variante (*SP 15* și *SP 25*), care se pot monta într-o cutie realizată în trei variante și care conține și sistemul de suspensie.

Brațul dozei se livrează și el separat, putînd funcționa cu o gamă largă de doze magnetice. De asemenea, preamplificatoarele de doză sînt separate și realizate în variante pentru doze magnetice obișnuite sau „moving-coil".

O altă tendință în construcția de picupuri este integrarea acestora în combinele portabile. La aceste picupuri, lectura discului se face în poziție verticală. Se utilizează două sisteme de redare cu translație (cîte unul pentru fiecare față a discului).

Sistemul de comenzi este asemănător ca funcțiuni cu cel al casetofoanelor, evitîndu-se manevrarea directă a brațelor și a discului.

Deși acest tip de picup a fost inclus și în combine staționare, utilizarea lui este limitată pînă în prezent la instalații de calitate medie.

4. ACCESORII PENTRU PICUPURI

Pe lîngă dispozitivele de curățire și antistatizare a discurilor, s-au construit pentru picupurile cu performanțe deosebite accesorii ca : preamplificatoare independente, dispozitive pentru reglarea turației platanului cu afișare electrică a turației (acestea uneori sînt incluse în construcția picupului) și pentru reglarea forței de apăsare a brațului.

Din ultima categorie menționăm *cîntarul electronic SH-50 Pl* livrat ca accesoriu la „kitul" menționat la punctul 3. Acesta se compune dintr-un traductor *apăsare-tensiune* și partea electronică, care afișează direct forța de apăsare a sistemului *braț-doză* prin așezarea acului dozei în locașul traductorului. Reglarea este de cîteva ori mai precisă decît cea realizată prin sistemul cu care este prevăzut brațul.

CUPRINS

Introducere 3

Cap. 1. **Receptorul de radiodifuziune-obiect al depanării** 5
A. Scheme bloc ale radioreceptoarelor 6
B. Parametrii radioreceptoarelor 14

Cap. 2. **Indicații metodice pentru executarea lucrărilor practice în laboratoarele de depanare a radioreceptoarelor** 19
A. Organizarea activității de depanare 19
B. Procesul tehnologic al depanării 21
C. Procedura de realizare a lucrărilor practice de depanare a radioreceptoarelor 23
1. Etapa preliminară de pregătire 23
2. Etapa preliminară de depanare 24
3. Etapa de depanare propriu-zisă 25
4. Etapa de verificare și fixare a cunoștințelor 25
5. Etapa de întocmire și apreciere a referatului lucrării de depanare 25

Cap. 3. **Aparatură și metode de măsurare folosite în depanarea radioreceptoarelor** . . 27
A. Aparate de măsurat și verificare 27
1. Generatorul de semnal 27
2. Osciloscopul catodic 29
3. Vobuloscopul 29
4. Frecvențmetrul 30
5. Distorsiometrul 30
B. Metode de măsurare a performanțelor radioreceptoarelor 31
1. Principalele performanțe ale radioreceptoarelor 32
2. Condiții generale impuse măsurărilor 32
3. Măsurarea principalelor performanțe ale radioreceptoarelor 36

Cap. 4. **Măsuri de protecție a muncii pentru executarea lucrărilor practice în laboratoarele de depanare a radioreceptoarelor** 39
A. Obligații și responsabilități 39
B. Norme de protecția muncii specifice laboratoarelor 41
C. Măsuri pentru evitarea accidentelor prin electrocutare 42
D. Măsuri de protecție a muncii specifice lucrărilor de depanare a radioreceptoarelor 46

Cap. 5. **Verificarea radioreceptoarelor și localizarea defecțiunilor în blocurile funcționale** 47
A. Metode de verificare a radioreceptoarelor 47
1. Metoda injecției de semnal 49
2. Metoda de urmărire a semnalului (metoda dinamică) 51
3. Metoda substituției etajelor, a blocurilor funcționale și a circuitelor integrate 52
B. **Parametrii minimali ai radioreceptoarelor care se verifică în vederea stabilirii calității acestora** 52
1. Capetele gamelor de undă 52
2. Sensibilitățile maxime ale aparatului 52
3. Selectivitatea aparatului 53
4. Eficacitatea *RAA* 53

5. Puterea audio maximă la un factor de distorsiuni de 10% 53
6. Fidelitatea aparatului 53
7. Brumul rezidual de rețea 54
8. Brumul de modulație 54
9. Reglajul volumului sonor 54
10. Funcționarea aparatelor pe emisiuni stereofonice 54
11. Consumul în gol (fără semnal) al aparatelor alimentate de la baterii . 54
12. Funcționarea la șocuri mecanice 55
C. Defectele radioreceptoarelor și localizarea lor la nivelul blocurilor funcționale 55
1. Lipsa totală a audiției. În difuzor nu se aude nici un zgomot 55
2. Lipsa audiției. În difuzor se aude un zgomot la pornirea aparatului . . 56
3. Lipsa audiției. În difuzor se aud paraziți la comutarea gamelor de undă 56
4. Radioreceptorul nu funcționează în gama *UUS — MF*. În gamele *MA* funcționarea este normală 56
5. Radioreceptorul nu funcționează în gamele *MA*. În gama *UUS* funcționează normal 57
6. Radioreceptorul nu funcționează pe unele game *MA* 57
7. Audiție redusă. Radioreceptorul funcționează pe toate gamele de undă, recepționînd și posturi mai îndepărtate 57
8. Audiție normală sau redusă. Aparatul nu recepționează posturi mai îndepărtate 57
9. Sunetul este însoțit de distorsiuni la putere mică și normală 57
10. Sunetul este însoțit de distorsiuni cînd se recepționează un post local. Pe posturi mai îndepărtate nu apar distorsiuni 58
11. Audiția este însoțită de brum general 58
12. Audiția este însoțită de brum numai pe posturi locale 58
13. Audiția este însoțită de fluierături sau zgomote parazite (oscilații) . . 59
14. Întreruperi foarte scurte la șocuri mecanice 59

Cap. 6. Etaje de radiofrecvență 60
A. Probleme specifice etajelor de *RF*, *MA* și *MF* 60
1. Circuitele de intrare ale radioreceptoarelor 60
2. Performanțele radioreceptorului în funcție de schema bloc a etajelor de *RF* 62
3. Schimbătorul de frecvență 63
B. Lucrări practice de depanare a etajelor de radiofrecvență 69
1. Simptome, cauze, defecțiuni 69
2. Probleme de depanare rezolvate 74

Cap. 7. Etaje amplificatoare de frecvență intermediară 81
A. Probleme specifice ale etajelor de *FI* 81
1. Rolul etajlor de *FI* 81
2. Clasificarea *AFI* 83
3. Circuitele utilizate în etajele de *FI* 84
4. Scheme electrice ale etajelor de *FI* 88
B. Lucrări practice de depanare a etajelor de *FI* 92
1. Simptome, cauze și defecțiuni 92
2. Probleme de depanare rezolvate 95

Cap. 8. Etaje demodulatoare și decodoare stereo 97
A. Probleme specifice etajelor demodulatoare și decodoare stereo 97
1. Demodulatorul *MA* 97
2. Demodulatorul *MF* 102
3. Decodorul stereo 109
B. Lucrări practice de depanare a etajelor demodulatoare și decodoare stereo . . 115
1. Simptome, cauze și defecțiuni ale demodulatoarelor *MA* 115
2. Simptome, cauze și defecțiuni ale demodulatoarelor *MF* 118
3. Simptome, cauze și defecțiuni ale decodoarelor stereo 121
4. Probleme de reglaj și depanare rezolvate 124

Cap. 9. Amplificatorul de audiofrecvență 128
A. Probleme specifice amplificatoarelor de *AF* 128
1. Cerințe specifice amplificatoarelor de *AF* 128
2. Etajele funcționale ale amplificatorului de *AF* și cerințele acestora . . 130
3. Procedee electronice adoptate în schemele de principiu ale *AAF* 132

B. Lucrări practice de depanare a amplificatoarelor de audiofrecvență 139
1. Simptome, cauze și defecțiuni 140
2. Probleme de depanare rezolvate 156

Cap. 10. **Sisteme de comandă, de reglaj și de afișare** 161
A. Probleme specifice sistemelor de comandă, de reglaj și de afișare 161
1. Sisteme de comandă și reglaj manual 161
2. Reglajele automate ale radioreceptoarelor 168
B. Lucrări practice de depanare a sistemelor de comandă, de reglaj și de afișare 182
1. Simptome, cauze și defecțiuni 182
2. Probleme de depanare rezolvate 186

Cap. 11 **Probleme specifice radioreceptoarelor stereofonice** 187
A. Emițătorul stereofonic 188
B. Receptorul stereofonic 190

Cap. 12. **Etaje de electroalimentare a radioreceptoarelor** 193
A. Probleme specifice etajelor de alimentare 193
B. Lucrări practice de depanare a etajelor de alimentare 197
1. Simptome, cauze și defecțiuni 197
2. Probleme de depanare rezolvate 201

Cap. 13. **Sisteme acustice pentru reproducerea sunetului** 203
A. *Probleme specifice sistemelor acustice pentru reproducerea sunetului* . . . 203
B. Lucrări practice de depanare a incintelor acustice 211
1. Simptome, cauze și defecțiuni 211
2. Probleme de depanare rezolvate 214

Cap. 14. **Sisteme complexe de radiorecepție și reproducere a sunetului** 217
A. Probleme specifice combinelor 218
B. Lucrări practice de depanare a combinelor 226
1. Combina ca sistem 228
2. Casetofonul 229
3. Picupul 233
4. Probleme de depanare rezolvare 235

Cap. 15. **Actualități și tendințe în tehnica radioreceptoarelor și a combinelor** 239
A. Tendințe moderne în construcția radioreceptoarelor 239
1. Circuite muting în tehnica radioreceptorelor 241
2. Tasterul senzorial în tehnica radioreceptoarelor 242
3. Sintetizatorul de frecvențe în tehnica radioreceptoarelor 243
4. O concepție nouă în tehnica realizării unui radioreceptor *MF* . . . 245
B. Sisteme moderne de construcție a combinelor 247
1. Baustein — system 247
2. Combine auto 249
3. Microcombine 250
C. Extinderea funcțiilor combinelor 250
D. Accesorii pentru combine 251
E. Realizări actuale în domeniul imprimărilor pe bandă magnetică 251
1. Imprimarea sunetului în impulsuri pe videocasete 252
2. Noi tipuri constructive de casete 252
3. Accesorii pentru casetofoane 252
F. Noutăți în domeniul construcției picupurilor 252
1. Doze de reproducere 252
2. Sistemul compact — disc 252
3. Soluții constructive actuale 253
4. Accesorii pentru picupuri 253

Plan editură nr. 7301
Coli de tipar: 16
Bun de tipar: 2.09.85

c. 192 — I. P. Informația
str. Brezoianu nr. 23 — 25
București